

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE LISBOA



**IMPACTO DO RECURSO A PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
EM CONTEXTO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NAS
APRENDIZAGENS**

**Um estudo com alunos do 8.º ano na temática das perturbações no equilíbrio
dos ecossistemas**

JOANA SOFIA MOTA DA SILVA

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

MESTRADO EM ENSINO DA BIOLOGIA E GEOLOGIA

2013

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE LISBOA



**IMPACTO DO RECURSO A PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
EM CONTEXTO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NAS
APRENDIZAGENS**

**Um estudo com alunos do 8.º ano na temática das perturbações no equilíbrio
dos ecossistemas**

JOANA SOFIA MOTA DA SILVA

Relatório de Prática de Ensino Supervisionada orientado pelo Professor Doutor
Pedro Guilherme Rocha dos Reis

MESTRADO EM ENSINO DA BIOLOGIA E GEOLOGIA

2013

AGRADECIMENTOS

Não podia iniciar este trabalho, sem uma nota de agradecimento sincero a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para a sua concretização. Este trabalho é o culminar de um longo percurso de três anos, cheios de esforço, dúvida, cansaço, mas, sobretudo, muita amizade, alegria e persistência.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Professor Doutor Pedro Reis, orientador deste estudo, pela sua disponibilidade e motivação e pela sua partilha de conhecimento, essenciais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional e para o prosseguimento da investigação. Também gostaria de agradecer à Professora Doutora Eugénia Ribeiro pelo seu apoio e orientação ao nível científico.

Gostaria ainda de agradecer à Professora Aida Marques por me ter acolhido na sua escola e na sua turma. Agradeço profundamente a generosidade da sua partilha de experiência e conhecimento e a sua exigência, rigor e profissionalismo.

Agradeço aos alunos da turma do 8.º A, por me terem acolhido e embarcado nesta experiência com motivação e entusiasmo.

Agradeço à Patrícia, Rita, Sandra e Pedro, colegas e companheiros neste percurso. Desejo a cada um futuro repleto de realização pessoal e muito sucesso profissional.

À Maria do Carmo, amiga e afilhada, gostaria de agradecer a boa disposição, a coragem e disponibilidade. Maria, confio que estamos sempre à altura dos desafios que nos são colocados!

Agradeço aos meus amigos por me desinstalarem e cuidarem. Marta, agradeço-te, especialmente, pela ajuda preciosa para que o relatório se concretizasse no que hoje é.

Agradeço à minha família, por me mostrar que o mimo e o cuidado não acaba com a idade e por ser sempre o meu “Porto” de abrigo.

Finalmente, agradeço ao João. Marido, esta caminhada só tem sabor por ser partilhada contigo.

RESUMO

O presente relatório, realizado no âmbito da prática de ensino supervisionada, pretendeu analisar o impacto do recurso a problemáticas ambientais em contexto de atividades investigativas nas aprendizagens de alunos do 8.º ano de escolaridade sobre a temática das “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”, com especial incidência nas “Perturbações da Atmosfera”, na disciplina de Ciências Naturais.

Atendendo à questão investigativa formulada, os dados recolhidos foram analisados segundo três questões orientadoras: 1) Quais as principais competências desenvolvidas pelos alunos; 2) Quais as principais dificuldades; 3) Que apreciações fazem relativamente às atividades desenvolvidas. Os dados para análise foram recolhidos com recurso à observação participante, naturalista e estruturada, a partir da análise de documentos escritos produzidos pelos alunos e das respostas aos questionários de diagnóstico e de opinião. O teste sumativo foi igualmente uma relevante fonte de dados para análise.

A partir da análise dos dados recolhidos verificou-se que os alunos, ao trabalharem num contexto de atividades investigativas diversificadas, desenvolvem competências ao nível do conhecimento substantivo e processual, raciocínio, comunicação e atitudes. Este facto é corroborado pela demonstração de capacidade de pesquisa, de seleção e interpretação de informação a partir de fontes diversas, execução de procedimentos experimentais, interpretação de resultados e formulação de conclusões, evidenciada pelos alunos. Os alunos demonstraram ainda boa comunicação escrita, competências ao nível do trabalho colaborativo e sentido crítico face às temáticas ambientais abordadas. No entanto, os dados revelaram que os alunos apresentaram maiores dificuldades ao nível do planeamento de protocolos experimentais, na interpretação e análise de informação, na comunicação oral, na organização do trabalho e gestão de conflitos.

No que concerne às apreciações, os alunos manifestaram-se muito favoráveis relativamente às atividades investigativas, tendo a maioria demonstrado envolvimento e motivação perante as mesmas.

Palavras-chave: atividades investigativas, Perturbações da Atmosfera, atividades experimentais, trabalho colaborativo, CTSA, competências investigativas.

ABSTRACT

The present report, concerning a supervised teaching practice, sought to investigate the impact of the use of environmental issues in an inquiry context in 8th grade students' skills. The environmental issues mentioned previously are part of the subjects to be taught in Natural Sciences classes and related mainly to problems regarding atmosphere's disturbs.

In order to answer the posed question, data was collected and analysed concerning three main guiding topics - main skills developed by students, their difficulties and assessment on all activities implemented. All data was collected through naturalist participant observation and focused observation, also by the analysis of students' written documents, diagnostic questionnaires, summative tests and activities' assessment questionnaires.

Data revealed that students developed conceptual, procedural and attitudinal skills, as they have shown ability to select and interpret information of different kind, to perform a procedure in the lab, to draw conclusions, among others. Data has also shown that students experienced greater difficulties when obliged to plan a scientific experiment, in the analysis and interpretation of information and also in the oral presentation as well as in conflict and group management. Despite the referred group difficulties, students seemed to value team work and the opportunity to experience different and unusual activities.

Keywords: inquiry-based activities, atmosphere disturbs, collaborative work, STS activities, developing skills.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE GERAL	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. <i>Objetivos e Questões Orientadoras</i>	2
1.2. <i>Estrutura Geral do Relatório</i>	2
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. <i>A Educação em Ciências na Atualidade</i>	5
2.2. <i>O Ensino das Ciências com Atividades Investigativas</i>	7
2.3. <i>Competências Associadas à Aprendizagem por Atividades Investigativas</i>	8
2.4. <i>Construção de Atividades Investigativas - Modelo de Instrução dos 5 E</i>	9
3. UNIDADE TEMÁTICA: PERTURBAÇÕES NO EQUILÍBRIO DOS ECOSISTEMAS	11
3.1. <i>Enquadramento Científico na Unidade Temática</i>	11
3.2. <i>Enquadramento do Tema nas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais</i>	34
3.3. <i>Enquadramento do Tema na Unidade Curricular</i>	35
3.4. <i>Metodologias Sugeridas pelas OCCFN</i>	36
3.5. <i>Competências Sugeridas Pelas OCCFN Para A Temática “Perturbações No Equilíbrio Dos Ecossistemas”</i>	37
3.6. <i>Estratégia de Exploração das Atividades Investigativas</i>	38
3.7. <i>Plano Geral da Intervenção</i>	43
3.8. <i>Descrição Sumária das Atividades Investigativas Apresentadas</i>	45
3.9. <i>Avaliação de competências em atividades investigativas</i>	53
3.10. <i>Descrição Sumária das Aulas Realizadas</i>	55
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	69
4.1. <i>Contexto e Participantes do Estudo</i>	69
4.2. <i>Metodologia</i>	71
4.3. <i>Instrumentos de Recolha de Dados</i>	71
4.4. <i>Calendarização do Procedimento de Recolha de Dados</i>	75
4.5. <i>Análise de Dados</i>	76

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	77
5.1. <i>Resultados das Atividades de Diagnóstico</i>	77
5.2. <i>Análise das Atividades</i>	81
5.3. <i>Resultados do Teste Sumativo</i>	97
6. CONCLUSÕES DO ESTUDO E REFLEXÃO CONCLUSIVA	101
6.1. <i>Conclusões do Estudo</i>	101
6.2. <i>Reflexão Conclusiva do Estudo</i>	105
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICES	115
APÊNDICE A – PLANOS DAS AULAS	116
APÊNDICE B – DOCUMENTOS DE APOIO ÀS AULAS	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema representativo do efeito de estufa (retirado de http://static.publico.pt). _____	24
Figura 2 – Estrutura vertical da atmosfera (retirado de http://fisica.ufpr.br) _____	29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Organização das aulas com base na data da realização das mesmas e as respetivas atividades relacionadas com os diversos temas em estudo. _____	44
Tabela 2 – Sequência de didática da atividade I _____	47
Tabela 3 – Calendarização da recolha de dados durante a intervenção. _____	76
Tabela 4 – Intervalos de classificações registados nas atividades de diagnóstico. _____	79
Tabela 5 – Classificações do documento escrito relacionada com o Aquecimento Global. _____	84
Tabela 6 – Classificações dos trabalhos investigativos relativos às Chuvas Ácidas. _____	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados das atividades de diagnóstico. _____	78
Gráfico 2 – Somatório das pontuações parciais obtidas pelos alunos nas atividades diagnóstico. ____	79
Gráfico 3 – Principais dificuldades sentidas nas diferentes etapas do trabalho investigativo. _____	87
Gráfico 4 – Principais dificuldades sentidas nas diferentes etapas do trabalho investigativo. _____	94

1. INTRODUÇÃO

A escola é desafiada atualmente a compreender e corresponder às motivações e interesses dos seus alunos, proporcionando-lhes, simultaneamente, um ensino que, tanto quanto possível, os prepare para enfrentar as exigências da sociedade e assegure a qualidade e sucesso educativo de todos. Através dos currículos e programas, a escola deve fomentar a aprendizagem de conhecimentos, a autonomia dos seus alunos para a construção do saber e o desenvolvimento das competências necessárias à vivência em sociedade e à melhoria da qualidade de vida (Roldão, 1999), frequentemente associada a importantes e evidentes avanços científicos e tecnológicos. A visibilidade crescente dos efeitos da ciência e da tecnologia na vida diária dá, assim, sentido e sustenta a promoção da literacia e da cultura científica, a familiarização com os seus processos de construção do conhecimento, bem como a sua estreita relação com a Sociedade e o Ambiente (Ramos, 2004).

Assim, a educação em ciência deve assumir particular relevância na formação dos alunos, no sentido de se promover o desenvolvimento de competências que lhes permitam participar ativamente, de modo responsável e fundamentado, em debates públicos ou na resolução de problemáticas de cariz científico e tecnológico (Cachapuz, Praia e Jorge, 2004). Porém, para se apropriarem desse conhecimento, os alunos devem adquirir uma compreensão dos processos de construção do conhecimento científico e não apenas dos seus conteúdos (Martins, 2007). É nesta perspetiva que as atividades investigativas devem assumir uma importante relevância. Segundo Azevedo (2004), as atividades investigativas podem constituir oportunidades fulcrais para estimular o pensamento, o debate, a fundamentação de ideias e a aplicação dos seus conhecimentos a novas situações, promovendo uma participação dos alunos no seu processo de ensino – aprendizagem, conforme preconizados pelas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para o terceiro ciclo (Galvão et al, 2001).

Importa salientar que, para a concretização do presente trabalho, se recorreu à definição de atividades investigativas, sempre como sinónimo de "inquiry-based learning", propostas pelo *National Research Council* (NRC). A referida instituição define as atividades investigativas como atividades multifacetadas, que envolvem observação, formulação de questões, pesquisa de conhecimentos prévios, planeamento de investigações, revisão de modelos e teorias à luz de novas evidências experimentais,

utilização de ferramentas diversificadas para compilar, analisar e interpretar dados, construção de novas respostas explicações e previsões e comunicação de resultados (NRC, 1996).

1.1. Objetivos e Questões Orientadoras

No âmbito do presente trabalho foi delineado um projeto de investigação, a seguir apresentado, que pretendeu constituir uma oportunidade para o investigador e simultaneamente professor analisar o impacto do recurso a problemáticas ambientais num contexto de atividades investigativas nas aprendizagens de alunos do 8.º ano sobre as perturbações no equilíbrio dos ecossistemas. Atendendo à problemática investigativa proposta, foram definidas as seguintes questões de orientação do processo investigativo:

- Que competências desenvolvem os alunos quando realizam atividades de cariz investigativo centradas na temática “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”?
- Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam as atividades de cariz investigativo propostas?
- Que apreciações fazem os alunos das atividades de cariz investigativo propostas?

1.2. Estrutura Geral do Relatório

Este relatório da prática de ensino supervisionada encontra-se organizado em sete capítulos e apêndices. O primeiro capítulo é correspondente à Introdução e apresenta o contexto da investigação de uma forma genérica, explicitando o objetivo subjacente à investigação e as respetivas questões orientadoras. Apresenta ainda a descrição da estrutura geral do relatório.

O Enquadramento Teórico constitui o segundo capítulo, onde se apresenta uma revisão bibliográfica relativa às atuais perspetivas do ensino das ciências, das metodologias preconizadas pelos documentos orientadores para o ensino das ciências no ensino básico e da metodologia investigativa adotada na prática de ensino supervisionada.

No terceiro capítulo – Unidade Temática: Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas – apresenta-se a fundamentação científica da temática lecionada e o seu Enquadramento Curricular nas Orientações Curriculares para as Ciências Naturais do Terceiro Ciclo do Ensino Básico (Galvão et al, 2001). Neste terceiro capítulo são ainda descritas as principais estratégias de ensino adotadas, bem como a calendarização geral da intervenção atendendo às aulas lecionadas, datas respetivas e atividades investigativas desenvolvidas. Por fim, no presente capítulo procede-se ao enquadramento das situações de avaliação consideradas e à descrição sumária de todas as atividades investigativas implementadas e aulas lecionadas no âmbito desta intervenção e respetivas reflexões.

No que concerne ao quarto capítulo, referente aos Métodos e Procedimentos adotados na investigação, procedeu-se à descrição metodológica seguida neste estudo, bem como à caracterização dos participantes e contexto de realização do mesmo. Adicionalmente, são apresentadas as metodologias utilizadas na recolha e análise de dados e respetiva calendarização.

No capítulo seguinte, correspondente à Apresentação e Análise dos dados, apresenta-se os dados recolhidos ao longo da intervenção, a respetiva análise atendendo às questões investigativas estabelecidas, ao objetivo do estudo e à bibliografia de referência.

No sexto capítulo, das Conclusões do Estudo e Reflexões Conclusivas, elencam-se as principais conclusões finais da componente investigativa do estudo referentes às principais aprendizagens, dificuldades e apreciações dos alunos. Adicionalmente, apresenta-se uma breve reflexão conclusiva acerca das apreciações do professor relativamente à prática letiva, referindo-se as respetivas aprendizagens e limitações.

No último capítulo enumeram-se as referências bibliográficas utilizadas no presente relatório e os Apêndices, contendo os planos das aulas realizadas, os documentos de apoio às aulas, com os respetivos instrumentos de recolha de dados utilizados na investigação.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

No presente capítulo apresenta-se um breve referencial teórico relativo à educação em ciências na atualidade, com especial enfoque no panorama português, e ainda relativo ao ensino das ciências com recurso a atividades investigativas.

2.1. A Educação em Ciências na Atualidade

A sociedade atual vive momentos de crescente necessidade de envolvimento dos seus Cidadãos. Cada um, enquanto cidadão, é chamado a participar ativamente em debates públicos, a tomar decisões e a julgar criticamente acontecimentos, frequentemente consequência de avanços científicos controversos (Nelkin, 1992). A visibilidade crescente dos efeitos da ciência e da tecnologia na vida diária dá sentido e sustenta a necessidade de promover o desenvolvimento de uma promoção da literacia e da cultura científica, a familiarização com os seus processos de construção do conhecimento, bem como a sua estreita relação com a Sociedade e o Ambiente (Ramos, 2004).

Neste contexto, a escola deve desempenhar um papel preponderante na promoção do desenvolvimento social, cognitivo, afetivo, atitudinal e moral dos seus alunos, tornando-os mais competentes na resposta adequada aos desafios constantes que a sociedade lhes coloca (Costa, 1999). O ensino deve ser encarado como promotor de vivências que possibilitem aos alunos pensar, agir, investigar e resolver problemas sobre objetos e acontecimentos que lhes são familiares (Galvão et al., 2001). De acordo com Barrow (2006), o ensino deve ainda promover a participação ativa dos mesmos nas suas aprendizagens, através de projetos de investigação, em que experimentem a possibilidade de aplicar os seus conhecimentos a contextos que lhes são próximos, desafiantes, inovadores ou relevantes para as suas vidas. Esta familiarização e proximidade com os contextos permite aos alunos atribuir mais sentido ao seu trabalho, fomentando o seu envolvimento, interesse e motivação (Swarat, 2008).

Ao nível da escolaridade básica portuguesa, este conceito de ensino reflete-se nas Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001). O referido documento preconiza o desenvolvimento de competências nos alunos que lhes permitam uma maior compreensão da Ciência e dos seus processos e repercussões e

os dotem de capacidade de participar numa cidadania ativa, capaz de integrar teoria e prática, discutir questões éticas e controversas e tomar decisões fundamentadas. Desta forma, ao longo dos seus anos escolares, os alunos deverão desenvolver competências a diversos níveis, como do conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), de raciocínio, de comunicação e de atitudes (Galvão et al., 2001). Para ampliar o desenvolvimento destas competências, é importante que os alunos sejam envolvidos em contextos de aprendizagem desafiadores e diferenciados, capazes de os conduzir à exploração de ideias, de evidências e de argumentos, no sentido de fomentar as aprendizagens (Bybee, 2002). Desta forma, estarão a ser estimulados a compreender o que sabem, a atribuir relevância aos temas e a conhecer os processos de construção do conhecimento relativos a esses temas (Almeida, Figueiredo & Galvão, 2011). Com efeito, as atividades como a discussão de assuntos controversos e a condução de investigações pelos alunos conduzem, de uma forma mais completa, à ampla compreensão do que é a Ciência (Galvão et al., 2001). Simultaneamente, promovem a reflexão sobre os constantes avanços científicos e despertem a atenção dos alunos para os efeitos secundários da tecnologia, que tanto tem melhorado a qualidade de vida nos países industrializados, mas que, ao mesmo tempo, tem sido foco de poluição e destruição dos recursos naturais (Reis, 2004).

Todavia, a realidade da sala de aula parece ainda contrariar estas recomendações e importa ainda reconceptualizar o ensino e a atitude do professor (Almeida, 2001). O ensino tradicional é ainda muito assente em conteúdos e em transmissão de informação por parte do professor, assumindo o aluno como um sujeito passivo no seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Esta conceção é totalmente contrária ao que é hoje comumente aceite, de que os indivíduos constroem o seu próprio conhecimento e o professor é um importante orientador neste processo (Mestre & Cocking, 2000). Estes mesmos autores referem que a construção do conhecimento é um processo contínuo, independente da idade, fortemente influenciado pelo contexto em que o indivíduo se insere e pelos seus pares, e requer esforço e envolvimento por parte do mesmo. Esta perspetiva construtivista (mas também influenciada pelo socioconstrutivismo) da educação valoriza e fomenta o desenvolvimento de aprendizagens significativas, através de um intenso envolvimento intelectual e emocional por parte dos alunos (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011). Nesta perspetiva, importa aproximar a escola e a prática docente desta premissa e é neste contexto que

as estratégias investigativas surgem como importantes alternativas (e até complementos) ao tradicional ensino exclusivamente transmissivo (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

2.2. O Ensino das Ciências com Atividades Investigativas

As atividades investigativas no ensino das ciências, entendam-se como sinónimo de *Inquiry Based Science Education* (IBSE), são entendidas como atividades em que o aluno assume e reconhece o problema a investigar como real e consequentemente se envolve no planeamento, execução, interpretação e avaliação dos resultados e das soluções, comunicando aos outros a sua investigação (Bybee, 2000). Estas atividades são pluridisciplinares, com fortes raízes na realidade e vivências dos alunos e no contexto social.

Com efeito, são as características anteriormente referidas que constituem os pontos mais fortes desta estratégia. Através de um ensino baseado em atividades investigativas são proporcionados aos alunos ambientes que fomentam a reflexão e o pensamento crítico e lógico sobre factos ou evidências, conduzindo à apropriação dos conceitos científicos e a um melhor entendimento do mundo à sua volta (Bybee, 2000). Os alunos são envolvidos na manipulação de objetos e na observação de acontecimentos e contactam, adicionalmente, com evidências provenientes de diversas fontes (livros, internet, professor ou cientistas), levantam questões de investigação, em relação às quais conjecturam previsões e elaboram e executam planeamentos investigativos. Simultaneamente, são confrontados com a oportunidade de resolver problemas, testar novas ideias, refletir sobre novas evidências e desenvolver novas hipóteses. Todo este processo é vivido numa lógica de colaboração com os pares, de partilha de ideias, planos e conclusões e de esclarecimento através do diálogo (Harlen & Allende, 2008), algo muito valorizado e apreciado pelos mesmos. Conforme sugerido por Martins (2007), através do envolvimento em processos investigativos de cariz científico, os alunos adquirem uma compreensão acerca dos conceitos importantes em ciência, familiarizam-se com os processos de construção do conhecimento científico e não meramente nos conteúdos. Adicionalmente, desenvolvem competências ao nível da avaliação e interpretação de evidências com que são confrontados no seu quotidiano. Logo, os alunos estarão a desenvolver as competências consideradas necessárias para a compreensão da ciência, tornando-se

cientificamente literatos e capazes de um exercício de cidadania participativa e responsável, conforme preconizado nas OCCFN (Galvão et al., 2001).

Importa referir que todas as atividades planeadas no âmbito desta intervenção partiram das grandes problemáticas ambientais relacionadas com as principais perturbações no equilíbrio da atmosfera, precisamente por se considerarem ser temas atuais, desafiantes e, embora nem sempre próximos do contexto quotidiano dos alunos, essenciais para o exercício da cidadania ativa preconizada pelas OCCFN.

2.3. Competências Associadas à Aprendizagem por Atividades Investigativas

O trabalho em sala de aula com recurso a atividades investigativas promove o desenvolvimento de competências, que de outra forma não são habitualmente trabalhadas. No contexto investigativo, os alunos são confrontados com evidências, em relação às quais devem fazer inferências e planejar procedimentos experimentais. Consequentemente, vêm-se obrigados a mobilizar os seus conhecimentos científicos, ao mesmo tempo que usam o raciocínio científico e o pensamento crítico no sentido de desenvolver uma maior compreensão da natureza da ciência e dos seus processos de construção do conhecimento (NSES, 2000).

Seguidamente são enunciadas as principais competências associadas ao trabalho investigativo, de acordo com o NSES (2000):

- Identificar questões que podem ser respondidas através de uma investigação científica;
- Planear e executar uma investigação científica;
- Utilizar materiais e técnicas adequados para reunir, analisar e interpretar informação e dados;
- Descrever, explicar, prever e desenvolver modelos explicativos com base em evidências;
- Pensar criticamente e de uma forma lógica no sentido de estabelecer relações entre a evidência e as respetivas explicações;
- Reconhecer e analisar explicações alternativas e fundamentar previsões;
- Comunicar explicações e resultados recorrendo a argumentos científicos.

As referidas competências são transversais aos diversos níveis de escolaridade. Um aluno do jardim-de-infância pode desenvolver competências investigativas, tal

como um aluno do terceiro ciclo ou do secundário. Contudo, naturalmente, essas mesmas competências adquirem maior complexidade à medida que o nível de escolaridade aumenta.

Nesta perspetiva, o trabalho de investigação que se pretendeu desenvolver com os alunos do 8.º ano de escolaridade teve como premissa o desenvolvimento das referidas competências. Com efeito, para que tal acontecesse, as atividades foram estruturadas para que os alunos tivessem a possibilidade de se envolver, explorar, explicar, estabelecer pontes entre o que se investiga e outros pontos do conhecimento e, ainda, avaliar as suas atitudes e progressos (NRC, 1999). As competências específicas, associadas à temática de “Perturbações Ambientais” são apresentadas posteriormente nos planos de aula (Apêndice A).

2.4. Construção de Atividades Investigativas - Modelo de Instrução dos 5 E

As atividades investigativa, no referido contexto IBSE, surgem associadas ao modelo de aprendizagem dos 5 E, constituído por 5 fases: *engagement* (envolvimento), *exploration* (exploração), *explanation* (explicação), *elaboration* (elaboração) e *evaluation* (avaliação) (Bybee et al., 2006). Este modelo constitui uma importante fonte de orientação para os docentes, sendo constituído por uma sequência de experiências pensadas para desafiar os alunos, confrontando-os com as suas conceções prévias, e criar oportunidade para que as mesmas sejam reconstruídas e para que, assim, ocorra aprendizagem (Bybee, 1997). Este modelo, que é um entre outros, tem sido utilizado, desde a década de 80 (século XX) pelo BSCS (*Biological Science Curriculum Study*) e é um descendente direto de um dos primeiros modelos de instrução de trabalhos investigativos, o denominado “Ciclo de Aprendizagem” (“*Learning cycle*”), proposto por Atkin e Karplus, em 1962, para o programa SCIS (*Science Curriculum Improvement Study*) (NSES, 2000; Bybee, et al, 2006). O “Ciclo de Aprendizagem” é constituído por três fases: “exploração” (“*exploration*”) – fase menos estruturada em que os alunos exploram os materiais e reúnem novas informações; “invenção” (“*invention*”) – fase em que os professores apresentam os conceitos e princípios, agora num ambiente mais formal, no sentido permitir que os alunos interpretem os novos conhecimentos através da reestruturação dos conhecimentos prévios, isto é, nesta fase os professores ajudam os alunos a encontrar sentido para o conhecimento que os alunos apropriaram na fase anterior; “descoberta”

(“*discovery*”) – fase em que os alunos aplicam o conhecimento descoberto a novas situações (NSES, 2000). De acordo com Bybee et al. (2006), o modelo dos 5 E constitui uma extensão do modelo instrucional do “Ciclo de Aprendizagem”.

No que concerne à fase de “envolvimento”, o professor deve promover o envolvimento dos alunos num novo conceito, recorrendo a situações problema capazes de despertar a curiosidade dos mesmos e levar à formulação de questões a investigar. O professor deve, ainda, identificar as concepções prévias dos alunos (Bybee, 2002).

Na fase de “exploração”, os alunos devem realizar atividades, como pesquisa, por exemplo, que facilitem a identificação de concepções erradas, de processos e de competências, facilitando a mudança conceptual (Bybee, 2002). Os alunos devem poder realizar atividades que lhes permitam aplicar os seus conhecimentos prévios para criar novas ideias e questões de investigação. Nesta fase, os alunos devem formular hipóteses, planejar e executar investigações preliminares.

Relativamente à fase de “explicação”, a partir da observação e da recolha de evidências obtidas, os alunos têm a oportunidade de se consciencializarem das suas concepções erradas, podendo construir novas concepções corretas. Este momento constitui uma oportunidade para o professor introduzir os conceitos científicos e explorar mais aprofundadamente os mesmos, no sentido de promover uma maior compreensão por parte dos alunos, que lhes permitirá explicar com maior facilidade e rigor o que aprenderam (Bybee, 2002).

Em relação à fase de “elaboração”, os professores devem colocar novos desafios aos alunos que lhes permitam aplicar os conhecimentos apropriados a novas situações problema. Através destas novas situações, os alunos podem desenvolver uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos conceitos e relacionar as novas experiências com experiências anteriores (Bybee, 2002).

Finalmente, na “avaliação”, os alunos têm a oportunidade de avaliar os seus conhecimentos e capacidades. Simultaneamente, o professor tem a possibilidade de avaliar o progresso dos seus alunos em relação aos objetivos de aprendizagem estabelecidos e o modo de funcionamento dos grupos (Bybee, 2002). A fase da “avaliação” está presente ao longo da concretização das cinco fases, pois é fundamental, para a consecução dos objetivos que, professores e alunos, vão refletindo sobre as suas práticas, dificuldades e resultados.

3. UNIDADE TEMÁTICA: PERTURBAÇÕES NO EQUILÍBRIO DOS ECOSSISTEMAS

O presente trabalho foi concebido com o objetivo de perquirir o efeito das atividades investigativas na aprendizagem das “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas – Perturbações da atmosfera”, com alunos do 8.º ano de escolaridade. Neste sentido, no presente capítulo apresenta-se um breve enquadramento da temática abordada à luz do conhecimento científico atual. Apresenta-se ainda o enquadramento didático desta unidade temática no documento das Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais do 3.º ciclo do Ensino Básico, bem como as metodologias sugeridas pelo referido documento e principais competências a desenvolver nos alunos. Adicionalmente, é apresentada a proposta didática concebida, com as estratégias de ensino utilizadas, a descrição sumária das atividades e aulas realizadas com a respetiva reflexão.

3.1. Enquadramento Científico na Unidade Temática

3.1.1. Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas

As catástrofes são acontecimentos inesperados responsáveis por grandes prejuízos materiais e/ ou humanos. São inúmeros e muito diversificados os acontecimentos catastróficos que assolam o planeta. Uns são originados diretamente pelo Homem, outros são acontecimentos naturais que, apesar de evidenciarem o dinamismo do nosso planeta, causam muitas vezes danos irreparáveis (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

Catástrofes Naturais

As inundações, as secas, tempestades, incêndios, sismos e fenómenos de vulcanismo são exemplos de catástrofes de origem natural, sobre as quais importa refletir e conhecer.

Inundações

As inundações são caracterizadas pela acumulação de grandes quantidades de água em locais habitualmente secos (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

As consequências associadas aos ecossistemas afetados são inúmeras, acarretando, frequentemente, elevados prejuízos socioeconómicos para as populações humanas afetadas e, inclusive, desastres ecológicos - verificam-se grandes perdas de cobertura vegetal, pela destruição de árvores de grande porte, entre outros. As torrentes de água acarreiam, geralmente, grandes quantidades de químicos dos solos agrícolas e zonas industriais alagados para os cursos de água, provocando a infiltração destes químicos nos solos. Estes químicos são responsáveis pela contaminação dos aquíferos existentes nos solos. Estas descargas de herbicidas e nitratos estimulam nos ecossistemas aquáticos a formação de “*blooms*” planctónicos, que provocam a eutrofização das águas. (NRC, 1999). No entanto, os ecossistemas naturais parecem reagir no sentido de restabelecer um novo equilíbrio perante estas catástrofes. Quando as inundações são esporádicas ou anuais contribuem para a regulação e manutenção dos ecossistemas, através da reciclagem ou renovação das águas, dos sedimentos, dos nutrientes e das trocas de organismos entre os pequenos cursos de água e os deltas dos rios, contribuindo para a manutenção da diversidade dos habitats e das espécies que neles habitam (Sparks, 1996).

De forma a prevenir os prejuízos económicos e sociais indesejados relacionados com as inundações, é importante adotar determinadas medidas, como: a construção de barragens e diques que permitam o escoamento das massas de água. No entanto, é fundamental que os terrenos que circundam os cursos de água sejam permeáveis, isto é, deve-se evitar a urbanização excessiva, aumentar as áreas naturais de prado e floresta ao longo das margens nos leitos de cheia dos rios. As construções urbanas impermeabilizam os terrenos, ao contrário das áreas de prado e floresta, que favorecem a infiltração da água no solo, evitando a escorrência superficial (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

Secas

As secas caracterizam-se por longos períodos de pluviosidade muito baixa ou inexistente. O excesso populacional e a sobrepastagem são dois fatores que promovem a desertificação, pois os seres humanos necessitam de grandes áreas para cultivo dos alimentos e pastagem de gado, transformando as florestas autóctones em áreas agrícolas (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010). Ao contrário das inundações, as secas geralmente não se traduzem em benefícios para os ecossistemas.

As consequências associadas às secas começam com a diminuição da quantidade e qualidade da água disponível no sistema hidrológico, através da alteração da concentração dos sais existentes na água, dos níveis de pH e oxigénio dissolvido. Ao mesmo tempo, favorecem o aumento da temperatura da água e afetam a qualidade do ar, devido ao aumento de poeiras e poluentes nele em suspensão. A seca danifica tanto as plantas como os animais, pela extrema carência de água e, por consequência, de alimento, aumenta a suscetibilidade dos seres vivos às doenças e à predação. Com efeito, as secas promovem a perda de biodiversidade e aumento da taxa de erosão dos solos quando caem as primeiras chuvas. Importa ainda referir que as secas fomentam os incêndios naturais e alteram os níveis de salinidade em estuários costeiros e reduzem a dissipação dos poluentes (NRC, 1999).

Atendendo à gravidade das consequências relacionadas com a carência de água, importa promover projetos de recuperação de zonas áridas, através da regeneração da flora autóctone e a gestão sustentável dos recursos existentes (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

Tempestades

As tempestades são violentas perturbações da atmosfera, que se manifestam por chuva intensa, acompanhada de vento e trovoadas (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

As consequências associadas a esta catástrofe envolvem enormes estragos nos locais afetados, desde destruição de árvores e vegetação, até à destruição de edifícios e outros bens materiais. Nas zonas costeiras, as tempestades provocam o aumento da erosão nas arribas e praias. Contudo, a natureza parece adaptar-se rapidamente às transformações associadas a este tipo de catástrofes, tornando-se complexa a avaliação dos danos nos ecossistemas a longo prazo (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010). No que concerne aos prejuízos humanos – esses podem ser incalculáveis. Por exemplo, o furacão Katrina, ocorrido em Agosto de 2005, deixou milhares de pessoas desalojadas e um rasto de destruição imenso. As suas consequências sociais e económicas ainda se fazem sentir na atualidade.

Relativamente às medidas de prevenção e proteção das populações, a antecipação destes acontecimentos é uma das mais importantes ferramentas para evitar prejuízos maiores. Adicionalmente, importa informar os cidadãos acerca dos

procedimentos corretos em caso de catástrofe – proteger as janelas e portas dos edifícios, para evitar a entrada das rajadas de vento, entre outras (NRC, 1999).

Incêndios

O fogo resulta da presença simultânea de três elementos: combustível, oxigénio e fonte calorífica (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010). Este fenómeno, frequentemente associado a origem humana, pode acontecer espontaneamente em muitos ecossistemas, desempenhando um papel fundamental para o equilíbrio ecológico.

Contudo, quando provocado, os prejuízos relacionados são inúmeros e incomensuráveis – morte de seres vivos, desflorestação e consequente perda de biodiversidade, aceleração da taxa de erosão dos solos, entre outros.

A forma mais eficaz de diminuir a incidência de fogos, quer de origem natural, quer de origem criminosa, relaciona-se com uma vigilância apertada, planeamento e plantação de zonas florestas – zonas com boas acessibilidade, menor área possível de monocultura, construção de pequenas barragens e limpeza das matas. É igualmente fundamental planear e executar ações de sensibilização para a importância das zonas verdes (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

Sismos e Vulcanismo

Os Sismos e vulcanismo são manifestações da atividade interna da Terra que, num curto período de tempo, podem alterar de modo profundo os ecossistemas (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

As consequências associadas aos sismos e vulcões para os seres humanos são evidentes e conhecidas – elevados prejuízos económicos e sociais, devido à destruição de infraestruturas e perdas humanas. Nas regiões mais pobres, com fraca construção e poucos recursos, estes prejuízos são exponenciados.

Mas, os sismos e vulcões também afetam os ecossistemas em larga escala. A fauna e flora sofrem danos, quer pelo choque provocado pelos sismos, quer pelas alterações na paisagem associadas às erupções vulcânicas e, ainda, pelas modificações nos sistemas hidrológicos locais (NRC, 1999).

Atendendo aos evidentes perigos associados a estas catástrofes, é fundamental, como medida de prevenção, que cada cidadão esteja devidamente informado quanto à

forma de atuação em caso de catástrofe. Adicionalmente, é um dever de cada país organizar meios eficazes de prevenção, de forma a melhor proteger a sua população (Antunes, Bispo & Guindeira, 2010).

Catástrofes Antropogénicas

Considerando a História do nosso planeta, o Homem, ao longo de um certo período de tempo, teve de lutar pela sobrevivência num ambiente que lhe era desfavorável. No entanto, nos últimos séculos assiste-se a um domínio crescente do ser humano sobre a natureza.

A Terra constitui, no seu todo, um sistema praticamente fechado. É hoje uma realidade que qualquer alteração, introduzida no meio ambiente situado num dado local, poderá produzir efeitos significativos em zonas mais ou menos longínquas.

Os cientistas, especialmente os geólogos, estudam a Terra como um conjunto integrado de diferentes subsistemas, que interagem entre si. Assim, consideram-se quatro grandes subsistemas na Terra: a hidrosfera, a atmosfera, a geosfera e a biosfera. Estes subsistemas são dinâmicos e neles ocorrem permanentes alterações que envolvem ciclos de matéria e fluxos de energia. De um modo geral, pode-se dizer que os referidos subsistemas se encontram em equilíbrio dinâmico.

Quando, por exemplo, devido a ações antropogénicas, isto é, de origem humana, ocorrem mudanças num determinado subsistema, essas alterações podem afetar os outros subsistemas, de modo a que um novo equilíbrio seja estabelecido. Com efeito, a consequência de vivermos num sistema como a Terra é que os resíduos produzidos têm de ser assimilados pelo ambiente, pelo que o aumento exponencial deste tipo de materiais residuais tem vindo a afetar o seu equilíbrio, nomeadamente as matérias muito nocivas e poluentes, que permanecem durante longos períodos de tempo nos vários subsistemas terrestres (Félix, Sengo & Chaves, 2005).

Nesta perspetiva, no presente capítulo serão abordados alguns impactes resultantes de atividades antrópicas no subsistema atmosfera, que são reconhecidos como muito preocupantes para o nosso planeta, nomeadamente: as chuvas ácidas, o aquecimento global e a destruição da camada de ozono.

Chuva Ácida

Desde sempre os seres humanos têm utilizado os recursos naturais disponíveis no planeta para benefício próprio. De forma a tornar a vida mais simples, desenvolveram mecanismos que funcionam à base destes mesmos recursos disponíveis. A energia retirada a partir dos recursos é maioritariamente produzida através da queima de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás natural. Contudo, se por um lado o desenvolvimento dos referidos mecanismos, isto é, a tecnologia, tem facilitado a vida das civilizações modernas, por outro, as consequências deste mesmo desenvolvimento e do uso abusivo dos recursos têm-se revelado catastróficas para o meio ambiente, fruto da libertação de substâncias nocivas, como gases e partículas poluentes, poluindo-o (Tripathi & Gautam, 2007). A queima de combustíveis fósseis pelas indústrias, pelo setor dos transportes, a crescente urbanização e industrialização têm contribuído enormemente para o aumento da concentração das substâncias nocivas, anteriormente referidas, na atmosfera, conduzindo à poluição deste importante subsistema terrestre (Tripathi & Gautam, 2007), provocando a acidificação das chuvas.

O químico britânico Robert Angus Smith foi quem introduziu o conceito de “chuva ácida” na Europa, nos finais do século XIX. Contudo, apenas um século depois os seus estudos alcançaram reconhecimento a nível mundial. Este reconhecimento só foi possível graças a um estudo do governo sueco, apresentado em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente, onde se constata que os ecossistemas daquele país nórdico sofriam deste fenómeno, que se considerava ser provocado por resíduos provenientes de indústrias, designadamente das centrais térmicas britânicas (Bashkin & Radojeveck, 2003).

De acordo com a *Environmental Protection Agency* (<http://www.epa.gov>), a designação “chuva ácida” é demasiado abrangente, pois incorpora as diversas formas através das quais um ácido pode descer desde os níveis atmosféricos até à superfície terrestre. Assim, entre a comunidade científica, o termo “chuva ácida” é preterido em relação ao termo “precipitação ácida” (Singh & Agrawell, 2008), na medida em que dentro do termo precipitação se englobam duas partes distintas: precipitação seca e húmida. A precipitação seca é referente aos gases e partículas acidificadas e constitui cerca de metade da acidez, presente na atmosfera, que atinge a superfície terrestre. Esta

forma de precipitação ocorre, tendencialmente, próximo dos locais de emissão dos poluentes. A forma húmida de precipitação, em contrapartida, pode ocorrer a milhares de quilómetros da fonte emissora (Singh & Agrawell, 2008; Leite et al, 2010). A precipitação húmida engloba a chuva ácida, nevoeiro e neve.

À medida que a água acidificada circula na superfície terrestre e no subsolo afeta todos os seres vivos. A extensão do impacto depende de diversos fatores, nomeadamente da acidez da água, das características químicas do meio e da capacidade de tamponamento do solo envolvente. Depende ainda, do tipo de peixes, árvores e outros seres vivos que estejam em contacto direto ou indireto com a água acidificada (<http://www.epa.gov>). Quando em contacto com o solo, quer a precipitação seca, quer a precipitação húmida, tendem a transformar-se em sais, causando um impacto nocivo para o meio ambiente.

O processo de formação da precipitação, húmida ou seca, implica a existência de condensação na atmosfera devido ao seu arrefecimento. Esta condensação é facilitada pela presença de moléculas denominadas núcleos de condensação (Smithson et al, 2002), entre os quais se destacam as moléculas de cloreto de sódio, os produtos de combustão do enxofre e compostos azotados.

A chuva dita normal é ligeiramente ácida, apresentando um pH próximo de 5,6, devido à presença de CO_2 na atmosfera que, em contacto com o vapor de água, dá origem ao ácido carbónico (H_2CO_3) (Leite et al, 2010). Contudo, apenas se considera que a precipitação é ácida quando os valores de pH são inferiores a 5,6. Por vezes, a precipitação é de tal forma ácida que o seu pH pode alcançar o pH do vinagre (pH=3). Estes valores baixos de pH são causados pela presença de ácidos, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), formados a partir do dióxido de enxofre (SO_2) e do monóxido de azoto (NO), respetivamente, presentes na atmosfera (Bashkin, & Radojevic, 2003). Assim, a precipitação adquire um carácter ácido quando os óxidos de azoto (NO_x) e o dióxido de enxofre (SO_2), na presença da radiação solar, reagem com o oxigénio atmosférico e se dissolvem na água da chuva, formando os ácidos sulfúrico e nítrico, anteriormente referidos (Leite, et al, 2010).

Conforme anteriormente referido, o dióxido de enxofre e os óxidos de azoto são tidos como os principais agentes responsáveis pela acidificação das chuvas. Estas substâncias poluentes provêm, maioritariamente, de atividades humanas como a

queima de combustíveis fósseis, como o carvão e petróleo, em centrais termoeletricas e veículos motorizados. Contudo, a origem destes poluentes não é apenas antrópica – os oceanos e as erupções vulcânicas são importantes fontes emissoras de poluentes à base de enxofre (Singh & Agrawell, 2008).

Conforme anteriormente referido, a deposição ácida produz uma enorme variedade de efeitos, desde a destruição das florestas e solos, à morte de peixes e outros seres vivos. É ainda responsável pela danificação de materiais e graves prejuízos para a saúde humana. Seguidamente, apresentar-se-ão alguns desses efeitos com maior detalhe.

Efeitos das chuvas ácidas na saúde humana – As chuvas ácidas afetam as populações humanas de modo indireto, pois acidificam os alimentos e cursos de água, tornando-os impróprios para consumo. O SO₂, um dos principais agentes responsável pela acidificação das chuvas, provoca maior impacto para a saúde humana na forma de gás e aerossol. Quando em concentrações superiores a 1,6 ppm, respirar torna-se mais difícil e verifica-se um aumento da irritação ocular. O SO₂ é mais tóxico e provoca mais danos quando combinado com aerossóis, com nevoeiros e fumos (Singh & Agrawell, 2008), uma vez que a mistura de químicos com esta substância forma finas suspensões capazes de penetrar mais eficientemente nos pulmões do que o gás por si só.

Um outro efeito indireto que importa referir relaciona-se com os metais pesados tóxicos que constituem o solo. Quando este é acidificado, estes metais são libertados pelas chuvas e águas que o atingem. Metais como o alumínio (Al), cádmio (Cd), zinco (Zn), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), manganês (Mn) e ferro (Fe) são dissolvidos do solo e conduzidos pela água até aos cursos de água potável, posteriormente consumida pelos humanos e outros animais. Ao mesmo tempo, também os alimentos são contaminados com estes metais pesados, visto serem regados e tratados com águas contaminadas. Estes metais pesados, ao serem acumulados no organismo, são os responsáveis por diversos problemas de saúde, tais como: tosse seca, asma, dores de cabeça intensa, irritações dos olhos, nariz e garganta e, a longo prazo, cancro (Singh & Agrawell, 2008; Leite et al, 2010).

Efeito das chuvas ácidas nos materiais e edifícios – Conhece-se da Geologia o efeito de ácido sobre o carbonato de cálcio das rochas calcárias. O impacto da

deposição ácida em monumentos e edifícios construídos a partir de mármore e calcário, ricos em carbonato de cálcio, é enormemente reconhecido há cerca de um século e vários cientistas têm-se dedicado a esta questão. O carbonato de cálcio, sendo o seu constituinte mais abundante, reage com o SO_2 presente na deposição ácida, formando sulfato de cálcio (CaSO_4). Este produto, solúvel e de cariz ácido, é lixiviado da superfície dos edifícios quando chove, danificando o património cultural mundial e edifícios históricos e emblemáticos (Singh & Agrawell, 2008).

Contudo, não são apenas os edifícios construídos a partir de rochas carbonatadas que sofrem os efeitos da deposição ácida. Nas zonas urbanas, edifícios construídos em cimento também apresentam vestígios de decomposição ácida, fruto da exposição prolongada à água acidificada das chuvas (Okochi et al, 2000).

De acordo com Tsujino et al (1995), a corrosão dos edifícios está diretamente relacionada com a poluição local, sobretudo com o clima e a com proporção de SO_2/NO_x existente. Este cientista, juntamente com os seus colaboradores, estudaram o impacto da deposição ácida, seca e húmida, em diversos materiais, tais como o cobre, bronze, mármore, ferro, entre outros.

Efeitos das chuvas ácidas no solo – O solo é um sistema dinâmico e complexo, que desempenha um papel fundamental nos ecossistemas terrestres. As plantas, por exemplo, dependem deste para adquirir os nutrientes e água que necessitam para viver. As chuvas ácidas provocam a acidificação dos solos, aumentando as trocas iónicas entre os iões de hidrogénio e alguns catiões, essenciais para as plantas, como o potássio, o magnésio e o cálcio existentes no solo. Estes catiões são libertados da solução que constitui o solo e, por isso, mais facilmente lixiviados juntamente com o sulfato proveniente da deposição ácida. Adicionalmente, ocorre a libertação de metais pesados – como o chumbo, cádmio e mercúrio. Estes metais são bastante venenosos e podem contaminar os cursos de água, matar os peixes, afetar o crescimento das plantas, nomeadamente das árvores, afetar as aves e até os mamíferos posicionados no topo da cadeia alimentar, incluindo o Homem (Singh & Agrawell, 2008; DeHayes, 1999).

A perda de iões traduz-se numa deficiência nutricional do solo, que altera a sua fertilidade. Paralelamente, a decomposição dos materiais ricos em celulose também é afetada pela acidificação dos solos. Parece existir uma relação direta entre a taxa de

acidificação, e a velocidade de decomposição, na medida em que a reciclagem de nutrientes no solo é afetada negativamente (Singh & Agrawell, 2008).

Importa, contudo, realçar uma característica essencial dos solos – a sua capacidade de tamponamento. Quando comparados com, por exemplo, cursos de água, o solo é capaz de tolerar níveis mais elevados de acidez sem que se registem danos visíveis, ao contrário dos lagos e rios.

Efeitos das chuvas ácidas em ecossistemas aquáticos – Os efeitos das chuvas ácidas sobre os ecossistemas aquáticos são notáveis e preocupantes - a água torna-se mais ácida, provocando o desaparecimento da vida animal e vegetal dos lagos, canais e rios. Os seres vivos mais afetados são os peixes (diversas espécies), os líquenes, os musgos e os fungos, alguns deles essenciais para a massa florestal, bem como os organismos aquáticos mais pequenos (Yolanda et al., s/d). Contudo, as espécies apresentam diferentes tolerâncias às variações de pH. Se, por um lado, as plantas aquáticas maiores, designadas como macrófitas, apresentam baixa resistência em águas acidificadas, por outro, os musgos do género *Sphagnum* colonizam leitos de rios com elevada taxa de acidez. Estes musgos, juntamente com alguns tipos de algas filamentosas, apresentam rápido crescimento e grandes dimensões em águas com pH inferior a 5,5 e elevadas taxas de azoto. Estes seres vivos diminuem a taxa de decomposição no fundo dos lagos, através da formação de uma camada impermeável, que impede a passagem do oxigénio, abrandando o processo de decomposição e acentuando um fenómeno conhecido como eutrofização, ambos responsáveis por um inevitável declínio na biodiversidade. As bactérias e fungos não são tolerantes a este meio acidificado, uma vez que a acidificação altera as suas estruturas moleculares.

O impacto da acidificação faz-se sentir nos diversos níveis da teia alimentar – uma diminuição do número de organismos bentónicos repercute-se num decréscimo de espécies de insetos, afetando os organismos vivos que se alimentam destes últimos por falta de alimento, entre outros (Likens, 1985). Adicionalmente, os óxidos de azoto podem reagir com diversos compostos orgânicos voláteis, originando ozono que se acumula na troposfera e que é um gás nocivo para o meio ambiente e para a saúde (Leite et al., 2010).

Efeitos das chuvas ácidas nas florestas – O efeito da deposição ácida nas florestas, sobretudo nas árvores de grande porte, faz-se sentir de duas formas

essencialmente: nas folhas e nas raízes. Os sintomas mais evidentes e diretos incluem a danificação dos tecidos que constituem as folhas e as raízes, a redução da dimensão das copas, o amarelecimento das folhas e até a morte das árvores. As folhas são os órgãos das plantas mais sensíveis à poluição – a deposição ácida é responsável por alterações anatómicas de folhas de espécies tropicais. Quando expostas à chuva acidificada (pH = 3,0) surgiram necroses pontuais que, após análise micromorfológica, evidenciaram a plasmólise das células-guarda e ruptura da cutícula e da crista estomática, traduzindo-se na morte e queda eminente das folhas (Sant’Anna-Santos et al., 2006).

É fundamental referir que, dada a complexidade de relações que se estabelece na natureza, desde o nível macro ao microscópico, torna-se impossível conhecer a real extensão das consequências da deposição ácida ou de qualquer outra catástrofe ambiental. Segundo dados recentes, o ácido sulfúrico, proveniente da ligação entre diversas moléculas e o dióxido de enxofre, conhecido como um dos principais agentes responsáveis pela acidificação da precipitação, quando combinado com água, forma gotículas de aerossol capazes de absorver e refletir os raios solares, provocando, consequentemente, um arrefecimento da temperatura do planeta. Os dados foram obtidos a partir da observação dos fenómenos de arrefecimento associados às grandes erupções vulcânicas, em que são libertados para a atmosfera grandes quantidades de dióxido de enxofre (<http://www.wired.com/>).

No que concerne às medidas de prevenção e mitigação, atendendo às consequências ambientais evidenciadas, os governos têm encetado inúmeras medidas no sentido de diminuir, quer os efeitos da precipitação ácida, quer a libertação dos agentes responsáveis pela acidificação. Em países como a Suécia, Finlândia, Estados Unidos da América e Canadá, face à elevada taxa de acidez dos seus lagos, os governos, juntamente com equipas de cientistas, têm procurado neutralizar as águas recorrendo a compostos carbonatados (pH básico), para que o seu repovoamento com peixes e outros seres vivos fosse possível (Leite et al., 2010).

De acordo com a EPA (<http://www.epa.gov>), todos os países do mundo deveriam atuar conjuntamente de forma a diminuir as emissões dos agentes poluidores responsáveis pela precipitação ácida, seguindo algumas recomendações essenciais, entre as quais se destacam:

- Diminuir a utilização de combustíveis fósseis, recorrendo a novas fontes de energia como a energia nuclear, a energia eólica, a energia solar, a energia hidráulica ou a energia geotermal. O gás natural, as baterias e a biomassa também são fontes de energia alternativas para os veículos motorizados.
- Para reduzir as emissões de SO₂ deve-se utilizar carvão com menor percentagem de enxofre, lavar o carvão e recorrer a conversores catalíticos que removem quimicamente o SO₂ dos gases libertados pelas chaminés industriais e escapes de veículos motorizados.
- Proibir a venda de veículos motorizados sem conversores catalíticos que diminuam a emissão de gases tóxicos para a atmosfera.
- Individualmente, cada cidadão pode também contribuir para a resolução deste problema ambiental, adotando medidas de conservação de energia, como desligar as luzes, computadores e outros equipamentos elétricos quando não estão a ser utilizados. Cada cidadão pode ainda optar por comprar equipamentos energeticamente eficientes, desde lâmpadas, ao ar condicionado, aos aquecedores, frigoríficos, máquinas de lavar, automóveis com baixo nível de emissões de NO_x, entre outros. Apesar de se tratar de um problema global, cada indivíduo deve procurar cumprir a sua parte da obrigação, adotando comportamentos adequados do ponto de vista ecológico.

Aquecimento Global

O fenómeno do aquecimento global é um dos mais controversos e prementes temas da atualidade sobre o qual muito se tem escrito e investigado. Trata-se de um tema tratado sob diversas perspetivas, frequentemente antagónicas, que incorpora quer questões de cariz científico e ambientais, quer fortes repercussões sociais e económicas à escala mundial (Easterling & Wehner, 2009; Casper, 2009). Do ponto de vista científico, se por um lado um grande grupo de investigadores apresentam dados que corroboram a existência de alterações climáticas, através de um aumento da temperatura média do planeta – Aquecimento Global – por razões antropogénicas (Hensen et al., 2005), por outro lado, há alguns investigadores que parecem questionar esses dados e relativizá-los à luz de uma escala temporal mais alargada ou através de medições da temperatura média anual do ar na superfície terra-oceano de todo o planeta (Smith et al., 2005; Easterling & Wehner, 2009).

Neste sentido e atendendo à complexidade do tema e controvérsia que lhe está associado, foi criada uma instituição intergovernamental do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), encarregue de fornecer informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para o esclarecimento das questões relacionadas com as alterações climáticas – o Painel Inter-Governamental das Alterações Climáticas (IPCC). Esta instituição revê e avalia o resultado das investigações realizadas por equipas de cientistas de todo o mundo, sem, no entanto, realizar novas pesquisas ou monitorizar dados relacionados com as alterações climáticas. Desempenha um papel fulcral de fornecimento de informação credível aos governos e grandes decisores políticos, sem ter, ela própria, qualquer associação política ou ideológica (IPCC, 2007). Assim, importa conhecer a definição avançada pelo IPCC para as alterações climáticas:

“Uma variação estatisticamente significativa de um parâmetro climático médio ou da sua variabilidade, que persiste por um período extenso (tipicamente décadas ou por mais tempo). As alterações climáticas podem ocorrer devido a processos naturais ou forças externas ou devido a mudanças persistentes causadas pela ação do homem na composição da atmosfera ou do uso da terra (IPCC 2001, p. 177).”

Efeito de Estufa – De acordo com a definição do IPCC (2007), as alterações climáticas ocorrem como consequência de alterações verificadas na composição da atmosfera, alterações essas que podem ser de origem natural ou antrópica. Assim, importa conhecer a fundo o papel da atmosfera e de que forma esta pode ser alterada.

A vida no planeta, tal como é hoje conhecida, não seria possível sem a existência da atmosfera e do seu importante efeito de estufa. Conforme referido anteriormente, para se perceber as causas e efeitos subjacentes ao aquecimento global é necessário compreender o fenómeno natural do efeito de estufa e o papel preponderante de alguns gases de efeito de estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), entre outros.

A descoberta da existência do efeito de estufa deu-se no século XIX, quando os cientistas descobriram que determinados gases, como o CO₂, constituintes da atmosfera provocavam o “efeito de estufa”, responsável pela regulação da temperatura da atmosfera. Apesar de atualmente o termo “efeito de estufa” ter uma conotação,

frequentemente, negativa, a verdade é que a vida na terra só é possível por causa desse efeito. Para melhor se compreender o papel desempenhado por este, é importante comparar as temperaturas médias da terra com as da lua, dois corpos que se encontram à mesma distância do sol. As temperaturas médias na terra, graças à sua atmosfera constituída por gases capazes de absorver a radiação solar, situam-se dentro do intervalo compreendido entre os -10°C e os 50°C . Por outro lado, na lua, onde não existe atmosfera, as temperaturas médias apresentam extremos de -150°C a 100°C .

O efeito de estufa é um fenómeno resultante da retenção, na atmosfera, do calor refletido pela superfície terrestre. Conforme representado na Figura 1, a radiação emitida pelo sol atravessa a atmosfera.



Figura 1 – Esquema representativo do efeito de estufa (retirado de <http://static.publico.pt>).

Apenas cerca de 30% da radiação solar incidente é refletida de volta para o espaço, através das nuvens e de grandes superfícies glaciares. Relativamente aos restantes 70%, a maioria é absorvida pelas massas continentais e pelos oceanos e a restante radiação é absorvida pela atmosfera. A energia solar absorvida é responsável pelo aquecimento do planeta. À medida que as rochas, o ar e os oceanos aquecem, irradiam energia térmica, na forma de radiação infravermelha (calor), que é refletida para a atmosfera onde é, maioritariamente, absorvida pelas moléculas de vapor de água e outros gases de efeito de estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e CFC (clorofluorcarbonetos) (Hansen et al., 2005). Após absorverem a energia irradiada pela superfície terrestre, as moléculas de vapor de água e outros GEE retêm este calor e irradiam-no de volta à troposfera e à superfície do planeta. Com efeito, a temperatura na terra é devida não apenas ao calor que chega

através da radiação solar direta, mas também devida à energia retida e irradiada pelos GEE (<http://earthobservatory.nasa.gov>).

A questão que se deve colocar neste momento é a seguinte – se o efeito de estufa é um fenómeno natural e essencial à existência de vida na terra, de que forma é que este pode ser considerado negativo ou prejudicial?

Durante os últimos 250 anos, os seres humanos têm provocado um aumento artificial da concentração dos GEE na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis para fins industriais e domésticos e da desflorestação e queima de biomassa (essenciais para a absorção do CO₂). De acordo com o IPCC (2007), desde o início da revolução industrial, em meados do século XVIII, os níveis de CO₂ aumentaram cerca de 30%, continuando a aumentar a um ritmo de 0,4% ao ano e os níveis de CH₄ aumentaram cerca de 148%. A concentração de óxido nítrico (NO) e óxido nitroso (N₂O) têm igualmente aumentado. Apesar de não serem considerados GEE, desempenham um papel fundamental nos processos químicos atmosféricos, pois estão na origem de um potente GEE que é o ozono troposférico (O₃), cuja concentração aumentou cerca de 40% nos últimos dois séculos. Importa ainda referir que o N₂O é um importante absorvente de radiação solar, retendo enorme quantidade de energia.

Os dados paleoclimáticos têm-se revelado essenciais nos estudos investigativos que avaliam as concentrações dos GEE responsáveis pelas alterações climáticas. Estes dados, obtidos a partir de registos geológicos (anéis das árvores, das camadas de gelo dos glaciares, dos sedimentos oceânicos, recifes de coral, estratos de rochas sedimentares, entre outros) são fundamentais para que sejam concebidos e testados modelos computacionais capazes de analisar os dados em grandes escalas temporais e, até, antecipar e, eventualmente, mitigar futuras alterações climáticas. Modelos informáticos precisos para registos passados também o serão para os atuais e estes são essenciais para uma maior compreensão dos dados obtidos na atualidade (Casper, 2009). Nesta perspetiva, e de acordo com os dados paleoclimáticos obtidos, a terra tem experimentado períodos de grandes alterações climáticas, sem qualquer intervenção humana, períodos esses que foram, presumivelmente, mais quentes dos que o atualmente vivido. Contudo, os dados paleoclimáticos também revelam que a transição entre os períodos glaciares ou interglaciares se processou de forma mais gradual e lenta do que o verificado nos últimos dois séculos. Os dados indicam que no último milhão de anos, a temperatura terá aumentado 4 a 7°C em cerca de 5000 anos de períodos

interglaciares, enquanto nos últimos 100 anos, esse aumento foi cerca de dez vezes mais rápido (Casper, 2009; <http://earthobservatory.nasa.gov>).

Retomando a questão anteriormente enunciada - Será o efeito de estufa algo potencialmente prejudicial? – Deve-se referir que o aumento da concentração de moléculas de GEE na atmosfera, produto das atividades humanas, se traduz no aumento de radiação infravermelha (reemitida pela superfície terrestre) que é absorvida e retida pela atmosfera. Consequentemente, parte dessa energia calorífica extra da atmosfera é irradiada de volta à superfície terrestre, aumentando a sua temperatura (IPCC, 2007).

Consequências do aumento da temperatura média do planeta – Prever a extensão do impacto do aquecimento global tem-se revelado uma tarefa de extrema complexidade, dada a abrangência de áreas potencialmente afetadas. Seguidamente, apresentar-se-ão algumas das possíveis consequências previstas de acordo com o IPPC (2007) e o observatório global da NASA (<http://earthobservatory.nasa.gov>):

Alterações climáticas – Em múltiplos locais do planeta, o aquecimento global resultará em maior frequência de dias quentes e diminuição da frequência de dias frios. Simultaneamente, as ondas de calor intenso tenderão a tornar-se mais comuns e fenómenos como as tempestades, inundações e secas extremas tornar-se-ão potencialmente mais severas, devido à alteração dos padrões de precipitação. Importa ainda referir que, fruto do aquecimento da superfície do oceano, os furacões tenderão a ser mais intensos.

Subida do nível do mar – À medida que a temperatura da superfície do planeta aumenta, os gelos dos glaciares dos polos e das montanhas derretem a um ritmo mais acelerado, prevendo-se que o nível do mar suba entre 0,18 e 0,59 metros até ao ano de 2099. Medições feitas a partir de satélites revelam que os glaciares da Gronelândia e da Antártida perdem cerca de 125 mil milhões de toneladas de gelo por ano – suficientes para provocar uma subida no nível do mar em 0,35. Estes dados revelam que as previsões anteriormente referidas poderão estar subestimadas.

Uma importante consequência associada à subida do nível do mar é o incremento da ação erosiva das águas nas zonas costeiras e o aumento da frequência de inundações das mesmas. Algumas ilhas tenderão a desaparecer, o que constitui um

problema grave, visto que cerca de 10% da população mundial vive em áreas com menos de 10 metros acima do nível do mar.

Impacto nos ecossistemas – As alterações climáticas estão a desencadear, um pouco por todo o planeta, alterações profundas nos ecossistemas – alteração das estações que provocam mudanças nos períodos de floração, de procriação, de hibernação e estivação, migração, entre outros. A primavera sucede ao inverno cada vez mais cedo em ambos os hemisférios, conduzindo os animais migratórios na busca de alimento cada vez mais precocemente. Por exemplo, parece estar a acontecer um desencontro entre polinizadores, como as abelhas, e as flores e árvores, limitando as possibilidades de sobrevivência e reprodução para as espécies envolvidas e reduzindo a disponibilidade de alimento ao longo da cadeia alimentar.

Em determinados ecossistemas, as temperaturas diárias poderão estar a superar os níveis de tolerância de inúmeras espécies que, para sobreviver às temperaturas extremas, são obrigadas a migrar em direção aos polos, aumentando a pressão pelos nichos ecológicos em novos locais. Contudo, as espécies que não forem capazes de migrar ou de sofrer qualquer adaptação enfrentam a extinção.

Impactos socioeconómicos – Conforme anteriormente referido, o aquecimento global também afeta os seres humanos em larga escala – desde as populações que habitam as zonas costeiras, às populações mais pobres que são já vítimas das secas extremas; à medida que as zonas tropicais tendem a crescer, também o alcance das doenças infecciosas como a malária ou o dengue tende a aumentar; com o aumento previsto da intensidade das chuvas e furacões, os prejuízos económicos associados também aumentam.

Importa realçar que associados aos períodos de seca extrema estão os casos de malnutrição, fome, escassez de água potável para a população mundial e sérios problemas para a agricultura. A agricultura tende a sofrer não apenas com a falta de água, mas também com a rapidez de mudanças de temperatura. Muitas zonas cultivadas são afetadas pelas ondas de calor e tempestades fortes, traduzindo-se em graves problemas económicos e diminuição dos recursos alimentares disponíveis.

Formas de mitigação e prevenção – Conforme explicitado anteriormente, o aquecimento global tem e terá um grande impacto na terra de muitas formas e os seres humanos não serão exceção. Os cientistas têm pretendido demonstrar que a emissão

de GEE através das atividades humanas estão a agravar o efeito de estufa e, consequentemente a causar um aumento da temperatura média do planeta. Neste sentido, é fundamental mitigar este problema, através da utilização de novas tecnologias e energias renováveis, transformar equipamentos antigos de forma a tornarem-se mais eficientes, alterar comportamentos aos quais estão associados elevados desperdícios de energia. Estas mudanças podem ser tão complexas quanto a planificação de uma cidade pode ser, ou então, tão simples quanto a conceção de eletrodomésticos mais eficientes energeticamente. Uma medida fundamental capaz de diminuir as emissões de GEE passa pela proteção das florestas e oceanos, acabar com as monoculturas, diminuir a utilização de fertilizantes, diminuir a dependência dos veículos motorizados, apostando em meios de transporte que recorram a fontes de energia menos poluentes que os derivados do petróleo. As possibilidades são inúmeras e depende de cada um de nós contribuir para a mitigação ou agravamento deste problema ambiental (IPCC, 2001).

Destruição da Camada de Ozono

Em meados dos anos 70, os cientistas verificaram que determinados produtos artificiais destruíam as moléculas de ozono constituintes da estratosfera. Consequentemente, os níveis de radiação ultravioleta (UV) que atingiam a superfície terrestre eram mais elevados, causando efeitos nocivos nos ecossistemas e em materiais artificiais como o plástico. Adicionalmente, verificou-se que a exposição a níveis elevados de radiação UV era responsável pelo aumento da incidência de determinadas doenças como o cancro da pele e cataratas. Importa, então, refletir acerca da importância da camada de ozono, quais os fatores responsáveis pela sua destruição, a evolução dessa destruição e forma de prevenir o seu agravamento ou mitigar a destruição já causada (Aucamp, Bjorn & Lucas 2011).

A camada de ozono – A atmosfera atual é constituída por uma mistura gasosa que envolve o planeta, apresentando uma espessura superior a 1000 km, que se estende desde a superfície terrestre até um limite superior indefinido. É caracterizada por variações de temperatura e pressão com a altitude. Contudo, a temperatura, ao contrário da pressão, não varia uniformemente, conforme representado na figura seguinte (Figura 2). As variações do perfil da temperatura média com a altitude são responsáveis pela distinção das diversas camadas da atmosfera, com composições

químicas distintas entre si. As camadas são, respetivamente, a troposfera, estratosfera, termosfera e exosfera (Seinfeld & Pandis, 2006).

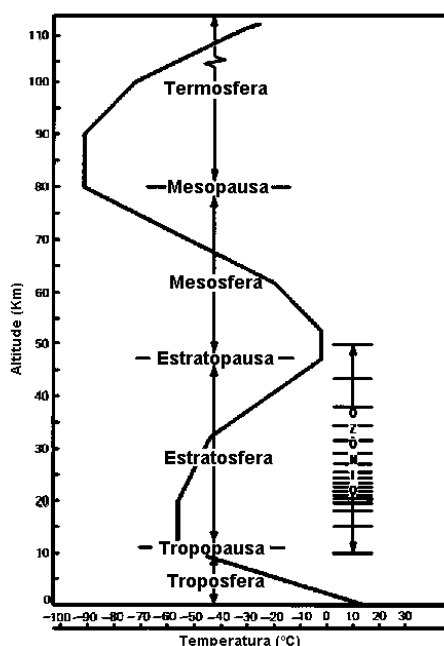


Figura 2 – Estrutura vertical da atmosfera (retirado de <http://fisica.ufpr.br>)

Conforme é visível através da figura anteriormente representada (Figura 2), entre os 20 e os 30 km acima da superfície terrestre, na região designada por estratosfera, encontra-se uma camada que incorpora cerca de 90% das moléculas de ozono - designada por “camada de ozono”. A referida camada desempenha um papel fundamental de proteção da vida na terra, pois é responsável pela absorção da maioria das radiações UV nocivas emitidas pelo sol.

A molécula de ozono – As moléculas de ozono são constituídas por três átomos de oxigénio (O_3) e a grande maioria das moléculas são formadas pela ação da radiação solar UV sobre as moléculas diatómicas de oxigénio existentes da parte superior da atmosfera – estratosfera. Contudo, o ozono também é produzido na troposfera por ação da radiação UV sobre determinadas substâncias poluentes.

Embora cerca de 90% do ozono disponível seja encontrado na estratosfera, é possível encontrar os restantes 10% na camada inferior da atmosfera – a troposfera. Contudo, ao contrário do ozono estratosférico (essencial à vida na terra), o ozono troposférico, quando em elevadas concentrações, pode exercer um efeito tóxico nos animais, originando problemas respiratórios e irritação ocular e um efeito corrosivo

em diversos materiais. Misturado com outros gases e partículas, ele é responsável pela formação do smog (nevoeiro fotoquímico que cobre os grandes centros urbanos e industriais, resultado da poluição atmosférica) (Reis, 2002).

O ozono representa a uma pequena parte do ar atmosférico, constituído essencialmente por azoto (N_2) e oxigénio (O_2). O ozono é destruído naturalmente na parte superior da estratosfera pela radiação UV incidente. Estas reações são mais relevantes ao nível da estratosfera dos trópicos e das latitudes médias, onde a radiação é mais intensa. Por cada molécula de ozono destruída é formada uma molécula diatómica de oxigénio e um átomo de oxigénio. Estes átomos e moléculas diatómicas podem reagir e produzir novo ozono, consistindo num ciclo natural de reações de destruição e síntese de novas moléculas de ozono, que garantem a continuidade da existência de uma camada protetora contra a radiação UV incidente (Aucamp & Bjorn, 2002).

A radiação ultravioleta – No que concerne à radiação solar, importa referir que apenas uma pequena percentagem da radiação emitida é do tipo ultravioleta (dos 100 aos 400 nm). Esta radiação UV divide-se em três bandas: UV-A (351 – 400 nm), UV-B (280 – 315 nm) e UV-C (100 – 280 nm) (Vanloon & Duffy, 2000). A totalidade da radiação do tipo UV-C e cerca de 90% da UV-B é absorvida pelas moléculas de ozono e oxigénio estratosférico. A radiação UV-A, sendo a menos retida pelo ozono atmosférico, constitui o tipo de radiação UV que atinge a superfície do planeta em maior percentagem, juntamente com uma pequena percentagem de radiação UV-B. A radiação UV-C, sendo a mais nociva, tem uma parte refletida pela superfície da atmosfera, mas a restante radiação UV-C que penetra na atmosfera é retida totalmente pelo ozono e pelo oxigénio normal (Aucamp & Bjorn, 2010). Relativamente à radiação UV-A, esta desempenha um papel fundamental na formação da vitamina D pelo organismo. Contudo, esta radiação apresenta um perigo, pois não é absorvida pela atmosfera e apresenta grande poder de penetração na pele, causando danos nas fibras de colagénio e elásticas das camadas profundas da epiderme e da derme, promovendo o fotoenvelhecimento. Simultaneamente, a exposição excessiva a este tipo de radiação é responsável pelo aparecimento de cataratas nos olhos. No que concerne à radiação UV-B, apesar de grande parte ser absorvida pelo ozono e oxigénio normal da atmosfera, mesmo a pequena parte que atinge a superfície terrestre pode ter efeitos de extrema nocividade para todos os seres vivos (Aucamp & Bjorn, 2010). Esta

radiação provoca alterações a nível celular, especificamente ao nível do ácido desoxirribonucleico (ADN) dos seres vivos – bases adjacentes, na mesma cadeia, tendem a ligar-se entre si e não com as bases da cadeia oposta, como é suposto. Desta forma, a molécula de ADN distorcida não se ligará corretamente com as enzimas respetivas, responsáveis pela síntese de proteínas (<http://earthobservatory.nasa.gov>). Adicionalmente, a radiação UV-B afeta as defesas imunológicas dos animais, incluindo o homem, favorecendo o desenvolvimento de doenças infecciosas.

Atendendo aos perigos associados à exposição excessiva às radiações UV, e à importância da camada de ozono na proteção da vida terrestre, é essencial compreender que existe uma relação inversa entre a concentração de ozono e a percentagem de radiação UV, emitida pelo sol, que atinge a superfície terrestre através da atmosfera. Esta relação inversa não é constante, variando ao longo do tempo e com a localização geográfica. De acordo com o *Earth Observatory* da NASA (<http://earthobservatory.nasa.gov/>), a percentagem de UV que atravessa a atmosfera é dependente dos seguintes fatores:

Nuvens – cada gota de água constituinte das nuvens reflete parte da radiação UV incidente para o espaço. Deste modo, uma camada espessa de nuvens protege os organismos e materiais suscetíveis das radiações UV. Quanto maior a área de céu coberta e mais densa for essa cobertura, menor a percentagem de radiação, especialmente a UV-B, que atinge a superfície terrestre.

Ozono disponível – Conforme anteriormente referido, à medida que o ozono estratosférico diminui, aumenta a percentagem de radiação UV que atinge a superfície terrestre. Nos últimos anos, os cientistas têm verificado que a destruição da camada de ozono é maior nas zonas de latitude elevada (correspondente ao polos) e negligenciável nas zonas de menor latitude (entre os 30° N e 30° S) (Salby, Titova & Deschamps, 2012). Contudo, as cidades localizadas a menores latitudes apresentam maior exposição à luz solar, devido à sua proximidade ao equador.

Ângulo de incidência da radiação solar – a luz solar atinge a maioria da superfície terrestre segundo um ângulo oblíquo. Desta forma, os fótons UV são distribuídos por uma área maior, diminuindo a percentagem de radiação que atinge um determinado local, comparando com a sua intensidade quando o sol incide de forma mais próximo da verticalidade. Adicionalmente, os feixes de luz atravessam mais

atmosfera quando o ângulo de incidência é oblíquo do que quando a incidência é mais próxima da vertical, aumentando a percentagem de radiação UV-B que é absorvida pelas moléculas de ozono.

Aerossóis – os aerossóis emitidos pelas atividades humanas para a troposfera, como as poeiras e fumos, refletem e absorvem a radiação UV-B. Este efeito é particularmente relevante em regiões industrializadas e grandes cidades, nas quais estas partículas podem absorver mais de 50% da radiação incidente.

Altitude – os organismos que vivem a altitudes mais elevadas estão, na generalidade, mais expostos à radiação solar e à radiação UV-B em particular. As radiações UV atravessam menos atmosfera antes de atingirem a superfície das regiões mais elevadas, diminuindo a probabilidade de serem refletidas ou absorvidas por substâncias químicas, como o ozono e o dióxido de enxofre, ou os aerossóis.

Finalmente, os oceanos, cursos de água e a neve são igualmente importantes escudos contra a radiação UV-B. A água com as partículas que nela se encontram em suspensão, como o carbono, absorve a grande maioria das radiações UV-B, funcionando como escudo protetor dos seres vivos aquáticos. A neve, substância altamente refletora, pode devolver à atmosfera cerca de 94% da radiação incidente.

Destruição não natural do ozono – Apesar da composição da camada de ozono se ter mantido inalterada por milhões de anos, nas últimas décadas têm-se assistido à sua rápida degradação, com o consequente aparecimento dos designados "buracos de ozono", zonas da estratosfera onde esta camada se apresenta extremamente fina, com redução óbvia dos seus efeitos protetores. Os maiores responsáveis por esta situação são os clorofluorcarbonetos (CFCs), utilizados em sprays, embalagens de plástico, chips de computador, solventes para a indústria eletrónica e, especialmente, aparelhos de refrigeração, como os frigoríficos e os ares condicionados (Reis, 2002).

Os constituintes dos CFCs, como o cloro (Cl), o bromo (Br) e o flúor (F), atingem a estratosfera e, quando expostos à radiação UV emitida pelo sol, estes gases halogenados são convertidos em gases mais reativos como, por exemplo, o monóxido clorídrico (ClO) e monóxido de Bromo (BrO). Estes gases reativos intervêm no ciclo das reações catalíticas que destroem o ozono estratosférico segundo diversas reações.

O cloro proveniente da reação dos CFCs com os raios UV reagem com o ozono, originando monóxido de cloro (ClO) que, por sua vez, reage a molécula diatómica do

oxigénio (O₂). Este ciclo repete-se enquanto houver Cl, Br ou F disponível, sendo que as reações químicas são semelhantes (Aucamp & Bjorn, 2010).

Variações na camada de ozono nos últimos trinta anos – Desde os anos 80 que o ozono estratosférico tem sofrido uma diminuição um pouco por todo o planeta. Estima-se que, em média, a percentagem de ozono disponível, no período de 1996 a 2009, seja cerca de 4% mais baixo do que no período anterior a 1980. Importa referir que as zonas de elevadas altitudes do hemisfério sul são as mais afetadas por esta problemática, podendo a percentagem de destruição do ozono atingir os 40% (Salby, Titova, & Deschamps, 2012).

Contudo, de acordo com a WMO (2007), a partir da análise de dados provenientes de diversas fontes científicas, foi possível concluir que os valores de ozono na zona superior da estratosfera parecem ter estabilizado, mantendo-se relativamente constantes desde o ano de 1995. Dados semelhantes foram obtidos para a zona inferior da estratosfera, entre os 20 e 25 km de latitude. Ainda segundo o relatório da WMO (2007), apesar de se continuar a verificar uma diferença entre a percentagem de ozono disponível nos dois hemisférios, o ozono estratosférico parece ter estabilizado nos diversos níveis desta região da atmosfera, em vários locais diferentes e mesmo ao nível global. O relatório refere que a primeira fase de “recuperação” – abrandamento da destruição do ozono por parte de substâncias destruidoras do ozono (ex. CFCs) – está concluída e que, a segunda fase de “acumulação de ozono na estratosfera” estará em curso nas próximas duas décadas, com resultados evidentes.

Processos de prevenção e mitigação – Atendendo ao anteriormente referido, a destruição do ozono estratosférico parece estar em processo de reversão. Contudo, para que tal fosse possível, vários países do mundo foram obrigados a reunir esforços, no sentido de travar este flagelo ambiental, que poderia ser responsável pela extinção da vida no planeta tal como a conhecemos. Como fruto deste esforço conjunto foi assinado o “Protocolo de Montreal sobre substâncias que reduzem a Camada de Ozono”. Este comprometeu os vários signatários a gradualmente eliminarem as substâncias destruidoras do ozono.

No entanto, desde a identificação do problema, à real implementação, decorreu muito tempo. Entretanto, muitas toneladas de CFCs foram enviadas para a atmosfera

e muitas poderão ainda estar a caminho - existe uma enorme reserva destes compostos nos frigoríficos domésticos, nos sistemas de ar condicionado, nos sistemas de arrefecimento comercial e nos materiais isolantes.

O trabalho de proteção da camada de ozono deve, assim, ser um processo contínuo e ininterrupto. Os esforços têm sido dispensados no sentido de se produzirem substâncias alternativas aos CFCs, nomeadamente, os hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs) e os hirogenocarbonetos (HFCs). Contudo, estas substâncias, apesar de menos nocivas para o ozono, são consideradas substâncias de transferência, segundo o protocolo. Quer o HCFC, quer o HFC, são importantes gases de efeito de estufa, que contribuem enormemente para o aumento da temperatura da atmosfera. Segundo o Protocolo de Kioto, assinado em 1997, estas duas substâncias fazem parte de um role de substâncias cuja utilização é fundamental evitar e reduzir, para prevenir um maior aquecimento global. Importa, assim, promover a pesquisa de substâncias menos nocivas para o ambiente e investigar a fundo os seus efeitos diretos e indiretos para o planeta.

3.2. Enquadramento do Tema nas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais

De acordo com as Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais (OCCFN) para o 3.º Ciclo do Ensino Básico (Galvão et al, 2001), os conteúdos programáticos para a disciplina de Ciências Naturais do 3.º ciclo do ensino básico estão agrupados em quatro grandes domínios ou temas organizadores: Terra no espaço, Terra em transformação, Sustentabilidade na terra e Viver melhor na terra.

No primeiro tema, previsto para ser lecionado no 7.º ano de escolaridade – Terra no Espaço – é focada a localização do planeta Terra no Universo, bem como a sua relação com este sistema. Os alunos deverão compreender os fenómenos relacionados com os movimentos da Terra e sua influência na vida do planeta.

No segundo tema, previsto para ser lecionado no 7.º ano de escolaridade – Terra em Transformação – os constituintes da Terra e os fenómenos que nela ocorrem são os conteúdos a trabalhar com os alunos.

No terceiro tema, a ser lecionado no 8.º ano de escolaridade – Sustentabilidade na Terra – é fundamental trabalhar com os alunos a consciência da importância de

atuar ao nível do sistema Terra, de forma a minimizar os desequilíbrios provocados nos ecossistemas pela ação humana e contribuir para uma gestão sustentável dos recursos do planeta. Os conteúdos abordados relacionam-se, por isso, com os ecossistemas e a relação estabelecida entre seres vivos e meio ambiente, em todas as suas dimensões.

No quarto tema, previsto para ser lecionado no 9.º ano de escolaridade – Viver melhor na Terra – o foco é o ser humano e a sua saúde, bem como a transmissão da vida, o equilíbrio e segurança, do ponto de vista individual e coletivo.

As OCCFN recomendam que as temáticas referidas sejam lecionadas sempre numa lógica de articulação, para que os alunos sejam capazes de associar os conceitos apropriados, relacionados com a estrutura e funcionamento da Terra, com base em situações que contemplem a intervenção humana e os problemas daí resultantes (Galvão et al., 2001).

Relativamente à proposta didática, é de referir que esta se enquadra no grande domínio “Sustentabilidade na Terra”. A proposta centra-se no subdomínio dos “Ecossistemas”, mais especificamente na subunidade “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”. Dentro desta subunidade deu-se particular atenção às perturbações da atmosfera. Com efeito, atendendo à sugestão de articulação entre os temas sugerida pelas OCCFN, pretendeu-se, a partir das problemáticas da atmosfera, desenvolver nos alunos a compreensão de que os diferentes sistemas terrestres se encontram interligados e que, quando se verifica alteração num sistema (neste caso, a atmosfera), a geosfera, a hidrosfera e biosfera também sofrem alterações consequentemente.

3.3. Enquadramento do Tema na Unidade Curricular

Conforme anteriormente referido, a unidade temática lecionada no âmbito desta prática de ensino supervisionada incidiu sobre a temática “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas” do subdomínio “Ecossistemas”, capítulo integrante do grande domínio “Sustentabilidade na Terra” das OCCFN para o 3.º ciclo do Ensino Básico.

Previamente à intervenção, os alunos tiveram a oportunidade de apropriar conhecimento relativo às seguintes temáticas do subdomínio “Ecossistemas”: 1) Interações seres vivos - ambiente; 2) Fluxo de energia e ciclo de matéria.

No capítulo das “Interações seres vivos – ambiente”, foram abordados conceitos como ecossistema, comunidade, população e espécie, atendendo às suas relações hierárquicas. Neste capítulo, os alunos puderam também conhecer quais os fatores do meio (fatores abióticos) que influenciam os seres vivos e o tipo de relações estes estabelecem entre si (fatores bióticos – relações inter e intraespecíficas).

No capítulo “Fluxo de energia e ciclo de matéria”, os alunos abordaram conceitos como: cadeias alimentares, teias alimentares, fluxo de energia, sucessão ecológica e dinâmica de ecossistemas.

No que concerne à prática de ensino supervisionada, os conteúdos lecionados relacionaram-se com a terceira parte do subdomínio “Ecossistemas” - catástrofes naturais (por exemplo: sismos, inundações) e catástrofes de origem antrópica (provocadas pelo Ser Humano), em particular, as relacionadas com as perturbações da atmosfera, nomeadamente, as chuvas ácidas, a destruição da camada de ozono e o aquecimento global / alterações climáticas.

Para este capítulo, as OCCFN sugerem como objetivos de aprendizagem a compreensão de que as catástrofes, nas suas mais diversas formas, podem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas e a sobrevivência das populações humanas. Adicionalmente, os alunos deverão consciencializar-se das formas de prevenir e/ou mitigar estes desequilíbrios, frequentemente desencadeados pelas atividades humanas, de forma a promover mudanças de atitude face ao planeta.

3.4. Metodologias Sugeridas pelas OCCFN

Com efeito, as OCCFN recomendam que os alunos vivenciem experiências capazes de desencadear reflexão acerca das causas e consequências das diversas catástrofes.

As orientações referem ainda que devem ser realçadas as respetivas medidas de proteção das populações e que, a poluição, constituindo uma das principais causas do desequilíbrio dos ecossistemas, nas suas mais variadas formas, deverá ser abordada sob as seguintes vertentes: fontes de poluição, agentes poluentes e consequências da poluição (Galvão et al., 2001).

Neste sentido, atendendo ao anteriormente referido, procurou-se que os alunos fossem confrontados com situações problema – problemáticas ambientais que lhes fossem familiares, veiculadas nos meios de comunicação social – em que tivessem a oportunidade de investigar e discutir sobre temas como: o efeito de estufa, o buraco do ozono, as chuvas ácidas e a desflorestação, conforme preconizado nas OCCFN.

3.5. Competências Sugeridas Pelas OCCFN Para A Temática “Perturbações No Equilíbrio Dos Ecossistemas”

Relativamente às competências a desenvolver nos alunos, do vasto leque de competências que as OCCFN recomendam como essenciais, procurou-se, com a implementação da proposta didática de cariz investigativo, desenvolver as seguintes competências:

- Conhecimento substantivo: Evidenciar conhecimento científico a partir da análise e discussão de problemáticas ambientais. Compreender as implicações da atividade humana na sociedade e ambiente elencando causas, consequências e medidas de mitigação associadas às mesmas. Mobilizar o conhecimento científico na compreensão dos limites da ciência e da tecnologia na resolução dos problemas ambientais.
- Conhecimento Processual: Reunir, analisar e interpretar informação e dados, a partir de fontes diversas. Planear e realizar investigações e interpretar dados experimentais relacionadas com as alterações da atmosfera.
- Raciocínio: Formular problemas investigativos a partir da análise e interpretação de imagens relacionadas com os desequilíbrios dos ecossistemas. Formular hipóteses e planeamentos experimentais. Evidenciar pensamento crítico e lógico no sentido de estabelecer relações entre a evidência e as respetivas explicações. Reconhecer e analisar explicações alternativas e fundamentar previsões.
- Comunicação: Comunicar hipóteses explicativas e resultados das investigações realizadas, recorrendo a argumentos científicos, de forma clara e objetiva.
- Atitudes: Manifestar curiosidade, capacidade de reflexão crítica sobre os resultados obtidos, flexibilidade para aceitar o erro e capacidade de reformulação na consecução do trabalho investigativo. Colaborar e demonstrar

tolerância face às diferentes opiniões dos colegas visando a consecução das atividades propostas.

A conquista de competências como as acima mencionadas concorrem para um importante objetivo final, bem patente nas OCCFN: através do desenvolvimento de competências de conhecimento processual e substantivo, competências de raciocínio, comunicação e de reflexão, curiosidade e aceitação do erro, os alunos apropriam-se de uma melhor compreensão e conhecimento acerca da Ciência, das suas implicações na sociedade e acerca dos seus processos, aumentando a sua literacia científica (Galvão et al., 2001). Desta forma, os alunos, enquanto futuros cidadãos ativos e cientificamente literatos serão mais capazes de manifestar as suas opiniões e sentido crítico face às grandes questões sociais (perspetiva CTSA) perante as quais serão chamados a manifestar-se (Martins, 2002).

3.6. Estratégia de Exploração das Atividades Investigativas

De acordo com Roldão (2009), uma estratégia de ensino deve ser definida pelo seu grau de conceção intencional e orientador, visando a melhor consecução das aprendizagens pretendidas. Com efeito, é fundamental que o professor, ao planificar a unidade de ensino, seja capaz de definir objetivos de aprendizagem, competências a desenvolver e consiga delinear estratégias adequadas para a melhor consecução desses mesmos objetivos propostos. Na intervenção correspondente à prática de ensino supervisionada em estudo, foi delineada uma estratégia que engloba as componentes, ou linhas de ação, a seguir apresentadas, consideradas como mais adequadas para a ampliação de competências investigativas.

3.6.1. A pesquisa

A pesquisa de informação em fontes diversas é uma componente essencial do modelo instrucional de atividades investigativas. Quando realizam pesquisa, os alunos desenvolvem competências do nível processual (Galvão et al., 2001), pois, ao serem envolvidos na resolução de um problema proposto, procuram encontrar respostas na informação e nos dados que recolhem, implicando que procedam à análise, comparação, crítica, avaliação e síntese da mesma (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002). Simultaneamente, a pesquisa promove o desenvolvimento de competências

interdisciplinares, pois, através da pesquisa na internet, por exemplo, os alunos desenvolvem competências ao nível das tecnologias da informação (Martins et al., 2001). Ao longo de toda a intervenção os alunos foram incitados a pesquisar informação em fontes diversas, quer na internet através de textos, quer informação contida em gráficos, ou literatura em guiões, no sentido de responder às diversas questões investigativas colocadas e também para fundamentarem as suas opiniões e serem capazes de participar em discussões baseadas em argumentos científicos.

3.6.2. As atividades experimentais

Integrado numa conceção de “pluralismo metodológico” (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p.179) ao nível das estratégias de trabalho, o trabalho experimental é uma componente fundamental de um ensino orientado por práticas investigativas, sobretudo, porque representa uma parte fundamental do trabalho realizado pelos cientistas em contexto real de investigação científica. Na sequência de um ensino mais tradicional e centrado nos conceitos, mais do que nos processos, o trabalho experimental recai ainda muito sobre demonstrações, verificações experimentais e atividades de descoberta (Almeida, 2001). Engloba, sobretudo, atividades fechadas, demonstrativas e altamente estruturadas – realizadas pelo professor, estando a conceção, realização e exploração nele centradas. Nas verificações é o professor (ou o manual) que planeia a atividade, controlando todas as suas fases estruturantes – os alunos apenas executam o protocolo experimental, com vista à recolha de dados predeterminados. Estas duas tipologias são atividades complementares da transmissão de informação levada a cabo pelo professor, que visam demonstrar, ilustrar ou verificar os conhecimentos transmitidos.

De acordo com Cachapuz, Praia e Jorge (2002), um trabalho verdadeiramente experimental constitui um meio privilegiado para evidenciar não os resultados, nem só os processos científicos, mas sim de desenvolver atividades abertas, valorizando os contextos próximos dos alunos, que surgem mais por necessidade de encontrar soluções para os problemas definidos e com que os alunos se debatem. Com efeito, tais atividades tornam-se geradoras de situações em que os dados obtidos pela via experimental são um enfoque para a discussão, conjuntamente com elementos vindos de outras fontes. Esta forma de trabalho promove o envolvimento ativo dos alunos, pois exige a manipulação de materiais de laboratório e pressupõe a manipulação de

variáveis (Leite, 2000). Relativamente ao carácter investigativo, este é conferido pela conceção do aluno como um cientista. Para Jimenéz-Aleixandre (2010, citado por Almeida, Figueiredo & Galvão, 2011), o aluno deve ser envolvido em situações problemáticas contextualizadas que, não possuindo uma solução imediata ou óbvia, requerem processos de investigação para a sua resolução que deve ser o mais aberta possível, à semelhança dos problemas da vida quotidiana. Na intervenção procurou-se que os alunos assumissem a posição de investigadores, obrigados a interpretar, analisar dados e formular questões investigativas. Na atividade correspondente ao Aquecimento Global, os alunos vivenciaram uma oportunidade de, através de um recurso da escola, como o lago, desenvolver uma atividade experimental em laboratório. Procurou-se que fosse o mais aberta possível, conforme anteriormente referido, mas foi importante atender à inexperiência dos alunos e, por isso, o grau de orientação acabou por ser elevado.

3.6.3. O trabalho colaborativo

O desenvolvimento de atividades experimentais reveste-se de especial importância, na medida em que permite a colaboração entre os alunos, através da partilha de informação e conhecimento, da análise conjunta de dados e discussão de resultados – tão fundamentais no processo de construção do conhecimento científico. Simultaneamente, a colaboração – enquanto promotora de interação social e conflito sociocognitivo entre os alunos – possibilita o desenvolvimento de competências cognitivas e socio-afetivas dos indivíduos (Reis, 2011).

Neste sentido, é importante que os alunos discutam e comparem teorias com os seus pares, confrontando com estes os seus raciocínios que desenvolvem com base em evidências. Um aluno é parte de um grupo, contribui para a reflexão e pensamento do grupo, beneficiando em larga medida desse facto. Desta forma, os alunos, em contexto de aprendizagem formal, são colocados em situações de debate, partilha de argumentos e conhecimento, perante os seus pares, conducentes à reflexão, ao contraste de ideias e ao desenvolvimento de competências, cognitivas e sociais e outras de elevado nível (Harlen, 2007).

Nas situações de trabalho onde se fomenta este conflito sociocognitivo, os alunos são levados a “co-recontextualizar os seus saberes e competências, para serem

capazes de gerir as oposições de contração existentes entre eles” (Schubauer-Leoni, 1989, citado em César, 2000).

De acordo com César (2000) e Gokhale (1995), o conflito sociocognitivo, gerado em situações de trabalho com os pares, faz com que os alunos progridam de forma mais notória do que em situações de trabalho individual. À semelhança de César (2000), diversos autores (Hammerich, 2000; Millar, 1997; Nelkin, 1992; Reis, 1997a, 1999a; Reis e Pereira, 1998; Zeidler e Lewis, 2003: citados em Reis, 2004) têm publicado evidências de que esta mesma interação promove o desenvolvimento sociocognitivo e facilita a apreensão dos conteúdos, processos e natureza da ciência e da tecnologia, conduzindo à aquisição de competências. Ao ser colocado perante um conflito sociocognitivo, o aluno vai ter de ser capaz de, segundo César (2000), argumentar para defender o seu ponto de vista e saber gerir, do ponto de vista social, a interação estabelecida (quem lidera, quando o faz, quando se chega a um consenso, quando não abdicamos da nossa opinião). O aluno tem ainda a oportunidade de ser envolvido nos assuntos que estão a ser trabalhados, construindo os seus próprios modelos, através de pesquisas, interrogações e discussões, conducentes à opção fundamentada (Figueiredo, Almeida, & César, 2004). Atendendo ao anteriormente referido, esta forma de trabalho foi muito privilegiada na intervenção e no presente estudo. Adicionalmente, verificou-se que esta é uma forma de trabalho que os alunos parecem valorizar, potenciando o seu envolvimento e motivação.

3.6.4. Abordagem CTSA em atividades investigativas

As atividades investigativas foram planeadas com a perspetiva de proporcionar aos alunos uma experiência de como se constrói a ciência e o seu conhecimento e de como esta se relaciona com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, numa tentativa de integrar estas quatro dimensões.

Na verdade, conforme referido no Enquadramento Teórico, a necessidade de se ligar a ciência à sociedade e ao quotidiano tem vindo a ganhar particular relevância com o aparecimento de pedagogias que defendem o envolvimento ativo do aluno, na sua própria formação, através de aprendizagens concretas e significativas. Consequentemente, a perceção de que a ciência deve ser ensinada juntamente com as suas aplicações tecnológicas e implicações sociais (perspetiva CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) tem adquirido cada vez maior importância

(Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011), conquistando maior relevância nos currículos. As OCCFN advogam o desenvolvimento de uma perspectiva CTSA nos alunos.

A partir da apropriação desta perspectiva, os alunos adquirem a capacidade de olharem inteligentemente para o que os rodeia e, numa perspectiva de resolução de problemas, de ultrapassarem situações aparentemente insolúveis. Os alunos adquirem, igualmente, a possibilidade de análise do papel social da ciência e da tecnologia, tornando-as mais acessíveis e a possibilidade de aprendizagem social da participação pública em decisões relacionadas com os temas tecnológicos e científicos (Galvão, 2007). Neste sentido, procurou-se que todas as atividades concebidas no contexto deste trabalho focassem problemas mais relevantes para os alunos, mais especificamente, Problemáticas Ambientais, aumentando, por isso, as possibilidades dos saberes construídos serem transferíveis e mobilizáveis para o seu quotidiano. Procurou-se que cada grande temática a trabalhar com os alunos, nomeadamente as relacionadas com as alterações da atmosfera, representassem sempre o problema de partida, sobre o qual os alunos tivessem de levantar questões e hipóteses e investigar possíveis causas, consequências, medidas de mitigação e prevenção.

3.6.5. O questionamento

O questionamento é um ato natural e evidente para quem trabalha em ciência. Através da colocação de questões, evidenciam-se e esclarecem-se dúvidas, formalizam-se as lacunas do conhecimento, tornando-se premente a necessidade de investigar para colmatar tais lacunas. Assim se pode iniciar um processo de investigação, ou uma aprendizagem através de uma discussão. Com efeito, ao trabalhar num contexto investigativo, em que se pretende simular e experienciar um ambiente semelhante ao vivido pelos cientistas, o questionamento assume particular relevância. Na presente investigação procurou-se sempre recorrer ao questionamento como parte integrante e essencial de todas as aulas. A partir da colocação de questões, os alunos foram confrontados com as suas próprias lacunas do conhecimento, com argumentos e visões frequentemente opostas às suas próprias, sendo forçados a responder, evidenciando novos argumentos ou a verbalizar os seus conhecimentos, promovendo-se uma reflexão mais profunda sobre os temas em discussão ou investigação (Mohran, 2005). Nesta perspectiva, através da colocação de novas e diversificadas questões, a

necessidade de investigar sobre determinado assunto, de fundamentar as suas próprias posições com argumentos válidos parecia surgir com naturalidade.

Porém, Treagust (2007) refere que a forma como o questionamento é utilizado pelo professor tem um enorme impacto na sala de aula. Para que as potencialidades do questionamento sejam plenamente aproveitadas é fundamental disponibilizar tempo para os alunos refletirem e responderem às questões colocadas. No entanto, importa reconhecer que estas atividades requerem muito tempo, frequentemente necessário para o cumprimento dos programas, requerem ainda preparação e domínio dos assuntos por parte do professor e um ambiente em que os alunos se respeitem, pela aceitação de opiniões diferentes das suas e não tenham medo de errar (Bucheton, 2004). Adicionalmente, é fundamental referir que o questionamento só promove o desenvolvimento do pensamento crítico, se forem colocadas ao aluno questões abertas, abrangentes, capazes de os forçar à aplicação dos conhecimentos perante novos contextos ou questões investigativas. Um questionamento verificacionista, isto é, para averiguação dos conhecimentos que os alunos detêm ou não, não será promotor de reflexão e pensamento crítico (Vieira & Vieira, 2003), embora se tenha recorrido a um questionamento centrado nos conceitos no início de cada nova temática, para averiguação dos conhecimentos prévios dos alunos. Este questionamento tornou-se essencial para o professor na medida em que percebeu quais as dúvidas, concepções erróneas e áreas a trabalhar em cada temática.

Nesta perspetiva e conforme anteriormente referido, o questionamento assumiu um papel fundamental em todas as aulas, como importante ferramenta de envolvimento dos alunos, de perceção das suas aprendizagens e conhecimentos e meio de reflexão e desenvolvimento de sentido crítico, fundamentais em Ciência.

3.7. Plano Geral da Intervenção

A Tabela 1, abaixo apresentada, evidencia a estrutura e calendarização da intervenção da prática de ensino supervisionada, realizada no âmbito deste estudo. Todas as aulas tiveram a duração de 45 minutos, à exceção da aula de 19 de fevereiro, que teve a duração de 90 minutos.

Tabela 1 – Organização das aulas com base na data da realização das mesmas e as respetivas atividades relacionadas com os diversos temas em estudo.

Aula	Temática / Atividade
1.^a 05/02	Atividade de diagnóstico inicial.
2.^a 06/02	Catástrofes de Origem Natural e Antrópica: – Atividade de discussão com questionamento.
3.^a 18/02	Catástrofes de Origem Natural e Antrópica: – Conclusão e síntese da atividade.
4.^a (19/02)	Aquecimento Global – Primeira parte da primeira atividade investigativa: planeamento e execução do protocolo experimental (90’).
5.^a 20/02	Aquecimento Global Segunda atividade investigativa: “Peixes podem ficar mais pequenos com o aumento da temperatura dos oceanos”
6.^a 25/02	Mini testes relacionado com a unidade anterior. Aquecimento Global – Conclusão da segunda atividade investigativa.
7.^a 26/02	Aquecimento Global – Segunda parte da primeira atividade investigativa: execução do protocolo experimental, análise das respetivas conclusões.
8.^a 27/02	Chuvas Ácidas – Primeira parte da terceira atividade investigativa.
9.^a 04/03	Chuvas Ácidas – Segunda parte da terceira atividade investigativa: comunicação dos resultados dos trabalhos de investigação realizados em grupo.
10.^a 05/03	Chuvas Ácidas - – Construção de um mapa de conceitos de síntese, com questionamento. Destruição da camada de ozono – Introdução à quarta atividade investigativa.
11.^a 06/03	Destruição da Camada de Ozono – Conclusão da quarta atividade investigativa: atividade de discussão em turma.
12.^a 11/03	Teste sumativo
13.^a 12/03	Aquecimento Global – Terceira parte da atividade investigativa: comunicação dos trabalhos.
14.^a 13/03	Atividade de diagnóstico final. Questionário de opinião acerca das principais atividades.

Conforme é perceptível a partir da leitura da referida tabela, a intervenção iniciou-se com uma atividade de diagnóstico, que se repetiu na última aula, tendo sido abordados quatro grandes temas relacionados com as perturbações dos ecossistemas: Catástrofes naturais e antropogénicas, Aquecimento Global, Chuvas Ácidas e Destruição da Camada de ozono. Estas três últimas atividades relacionaram-se diretamente com as perturbações no equilíbrio da atmosfera. A intervenção teve a duração de cinco semanas, de cinco de fevereiro a treze de março, num total de catorze aulas. Importa ainda referir que, para a realização das atividades planeadas, os alunos trabalharam sempre em grupos, que se procurou que fossem heterogêneos (com alunos com diferentes competências entre si), mistos, com o máximo de quatro elementos e respeitantes dos turnos. Seguidamente apresenta-se a constituição desses mesmos grupos: Grupo 1 – Alunos 4, 5, 8, 10 / Grupo 2 – Alunos 1, 11, 12 / Grupo 3 – Alunos 15, 17, 21 / Grupo 4 – Alunos 14, 19, 23 / Grupo 5 – Alunos 18, 24, 26, 27 / Grupo 6 – Alunos 3, 6, 7 / Grupo 7 – Alunos 16, 20, 22, 25 / Grupo 8 – Alunos 2, 9, 13.

3.8. Descrição Sumária das Atividades Investigativas Apresentadas

No momento da elaboração das atividades procurou-se que estas permitissem proporcionar aos alunos vivências diversificadas. Neste sentido, os alunos realizaram trabalho experimental laboratorial (Aquecimento global), trabalho investigativo com recurso à pesquisa e conducente à tomada de decisão (Camada do ozono), construção de um artigo científico, também com recurso à pesquisa (Chuvas Ácidas).

Todas as atividades foram construídas atendendo à estrutura dos 5 E proposta por Roger Bybee et al (2006), partindo de problemáticas ambientais familiares aos alunos, como fator de envolvimento dos mesmos nas atividades. O questionamento marcou presença assídua nas aulas, pois demonstrou-se ser um importante fator de envolvimento dos alunos nas atividades.

O produto final de cada atividade investigativa foi apresentado oralmente ou sob a forma de trabalho escrito. Determinados trabalhos integraram as duas componentes, escrita e oral.

Algumas das atividades foram realizadas individualmente, mas a maioria foi em grupo. Todos os trabalhos de grupo foram acompanhados de explicações exaustivas do pretendido, bem como questões orientadoras da pesquisa (no caso de

trabalhos de pesquisa) e guiões de pesquisa, para permitir que as pesquisas fossem feitas na sala de aula, de forma a minimizar o trabalho realizado fora do ambiente de aula. Contudo, por limitações de tempo verificou-se a necessidade de ser realizado trabalho de grupo fora da aula. Optou-se também por fazer um controlo intermédio dos trabalhos, para esclarecimento de dúvida, *feedback*, melhoria dos mesmos e também para garantir que todos os alunos colaboravam nos trabalhos e eventual gestão de conflitos.

Importa ainda salientar que se procurou fomentar a intra e interdisciplinaridade no momento da construção e concretização das tarefas investigativas, de acordo com o preconizado pelas OCCFN.

Seguidamente procede-se à apresentação das atividades investigativas planeadas e implementadas no âmbito da intervenção, com as respetivas etapas constituintes, competências investigativas trabalhadas, forma de avaliação aplicada e instrumentos de recolha de dados utilizados para o estudo vigente.

3.8.1. Atividade I – Aquecimento global: “A influência da variação da temperatura na abundância do zooplâncton”.

Etapas

A presente atividade, subordinada ao tema do Aquecimento Global, foi planeada para ser desenvolvida em quatro blocos de 45 minutos, cuja sequência didática se encontra explicitada na Tabela 2 abaixo representada. A primeira parte da atividade é desenvolvida em dois blocos seguidos de 45 minutos com a turma completa correspondentes ao planeamento e execução do protocolo experimental. Nos primeiros 45 minutos devem ser concedidos aos alunos cinco minutos para que possam ler o texto de introdução ao tema e identifiquem a questão investigativa. Os passos seguintes referentes ao planeamento do protocolo experimental devem ser construídos em conjunto na turma, devido ao diminuto tempo disponível, procurando registar no quadro as informações essenciais à consecução do protocolo experimental.

Nos segundos 45 minutos, a turma deve ser conduzida para junto do lago da escola e proceder à recolha e filtragem da água, para aumentar a concentração de zooplâncton presente – objeto de estudo da investigação. Importa referir que, dada a complexidade deste passo, a filtragem do volume total de água a utilizar na aula deve

ser efetuada previamente pelo professor. A atividade deverá continuar nos laboratórios da escola, com cumprimento do procedimento estabelecido.

Tabela 2 – Sequência de didática da atividade I

Aquecimento Global – aumento da temperatura dos oceanos pode provocar a diminuição das populações de seres marinhos		
Dia 1	1. ^a Parte (45')	<ul style="list-style-type: none"> - Formação dos grupos e explicitação dos critérios de avaliação. - Leitura de texto e identificação da questão investigativa. - Planeamento do procedimento experimental coerente com a questão investigativa.
	2. ^a Parte (45')	<ul style="list-style-type: none"> - Recolha e filtragem da água do lago. - Execução do procedimento experimental – contagem do número de indivíduos presentes.
Dia 2 (após uma semana)	3. ^a Parte (45')	<ul style="list-style-type: none"> - Nova contagem do número de indivíduos após uma semana sob a influência da temperatura. - Análise e interpretação dos resultados, atendendo às previsões efetuadas. - Construção de conclusões e definição de novas questões investigativas.
Dia 3	4. ^a Parte	- Comunicação dos trabalhos investigativos em cartolina.

É fundamental nesta fase a supervisão constante do professor, pois a execução do procedimento experimental desenrola-se nos pequenos grupos.

Uma semana depois, os grupos devem reunir novamente e efetuar novas contagens do número de indivíduos presente nas amostras submetidas à influência da temperatura (frigorífico e estufa). Nesse momento é importante alertar para um bom registo de resultados e efetuar conclusões válidas para os resultados obtidos. Importa ainda atender às previsões efetuadas inicialmente e procurar estabelecer uma relação com as respetivas conclusões.

Finalmente, os alunos deverão, em grupo, construir um *poster* científico explicitando os principais conceitos em relação à temática, a metodologia, os dados

obtidos, a análise e interpretação dos mesmos, as conclusões e novas questões investigativas.

Competências Investigativas

As competências investigativas que se pretendeu trabalhar foram:

- Conhecer e compreender o problema que serve de mote à atividade a ser desenvolvida (**Envolver**);
- Formular uma questão investigativa que relacione a temperatura com a abundância de zooplâncton (**Envolver**).
- Compreender que as questões de investigação devem ser investigáveis;
- Planear uma investigação científica para responder à questão formulada, exequível na escola (**Explorar**).
- Compreender que para investigar um mesmo problema podem construir-se diferentes procedimentos experimentais (**Exploração**).
- Compreender a necessidade de manter controlados todos os FA, exceto o FA em investigação.
- Formular previsões e fundamentá-las (**Explorar**).
- Decidir acerca da melhor estratégia/estratégias de registo dos resultados (**Explorar**);
- Executar, colaborativamente, o procedimento experimental, evidenciando respeito pelas opiniões dos colegas (**Explorar**).

Avaliação

Os instrumentos de avaliação utilizados foram:

- Avaliação do documento escrito dos grupos de acordo com os critérios estabelecidos (Apêndice B);
- Feedback oral sobre documento apresentado pelos alunos;
- Questionário de opinião.

Recolha de Dados

Como instrumentos de recolha de dados recorreu-se a:

- Análise dos documentos escritos pelos alunos, de acordo com os critérios de avaliação estabelecidos (Apêndice B);
- Análise dos questionários de auto e heteroavaliação;
- Análise dos questionários de opinião;
- Observação descritiva (notas de campo).

3.8.2. Atividade II – Atividade de consolidação baseada numa notícia de jornal: “Peixes podem ficar mais pequenos com aumento de temperatura dos oceanos”

Etapas

Atividade desenvolvida para um bloco de 45 minutos. O primeiro momento da atividade deve ser de enquadramento na temática do aquecimento global, através da leitura da notícia de jornal, seguido de questionamento dos alunos pelo professor. As restantes questões devem ser respondidas em díade, recorrendo ao papel e lápis. Terminada a resposta às questões, o professor deve promover a discussão oral das respostas dos alunos e síntese dos conceitos essenciais.

Competências Investigativas

As competências investigativas que se pretendeu trabalhar foram:

- Identificar o problema investigativo, a partir da leitura do texto (**Envolver**);
- Evidenciar compreensão da informação contida numa notícia, através da identificação dos procedimentos e resultados de uma investigação científica (**Envolver / Explorar**).
- Analisar e interpretar informação a partir de gráficos.
- Expressar conhecimento em relação às atividades humanas que contribuem para o agravamento do efeito de estufa (**Explicar**).

Avaliação

Como instrumentos de avaliação utilizou-se o Feedback oral sobre o conteúdo e correção científica das respostas dos alunos.

Recolha de Dados

Como instrumentos de recolha de dados recorreu-se à observação descritiva (notas de campo).

3.8.3. Atividade III – Construção em grupo de um artigo científico subordinado ao tema das Chuvas Ácidas.

Etapas

O trabalho relativo às Chuvas Ácidas é concebido para dois blocos de 45 minutos. No primeiro bloco de aulas, o professor deve apresentar o novo trabalho investigativo, ao mesmo tempo que questiona os alunos, para averiguação dos seus conhecimentos do tema. O professor deve ainda proceder à formação de grupos e atribuir os temas a investigar e um documento de apoio à investigação, a “enciclopédia do investigador”. Os temas são quatro e englobam problemáticas associadas à deterioração ácida – o impacto das chuvas ácidas nos edifícios, na saúde humana, nas florestas e cursos de água ou lagos. Importa realçar que, para garantir a máxima participação de todos os elementos, devem ser designadas tarefas individuais dentro de cada grupo para os trabalhos dentro e fora da aula. O professor deve ainda explicitar os critérios de avaliação. É fundamental o professor disponibilizar-se para efetuar uma monitorização intermédia e procurar valorizá-la na avaliação final do trabalho.

O segundo bloco de aulas é dedicado à comunicação dos trabalhos desenvolvidos e feedback oral em relação aos mesmos.

Competências Investigativas

As competências investigativas que se pretendeu trabalhar foram:

- Identificar o problema investigativo, a partir da leitura de um texto (**Envolver**).
- Compreender que a situação problema apresentada pode ser respondida através de uma investigação (**Envolver**).

- Analisar e selecionar informação de fontes diversas, de forma a responder às questões orientadoras (**Explorar**).
- Construir, de forma colaborativa, o “artigo científico”, evidenciando respeito pelas opiniões dos colegas (**Explorar / Explicar**).
- Formular novas questões de investigação a partir das conclusões (**Elaborar**).
- Comunicar os resultados e conclusões de forma fundamentada (**Explicar**).

Avaliação

Os instrumentos de avaliação utilizados foram:

- Avaliação do documento escrito e da comunicação oral dos grupos de acordo com os critérios estabelecidos (Apêndice B);
- Feedback oral sobre os documentos apresentados pelos alunos;
- Questionário de opinião.

Recolha de Dados

Como instrumentos de recolha de dados recorreu-se a:

- Análise dos documentos escritos pelos alunos, de acordo com os critérios de avaliação estabelecidos (Apêndice B);
- Análise dos questionários de opinião;
- Observação descritiva (notas de campo).

3.8.4. Atividade IV – Destrução da Camada de Ozono – Aceitar ou não a oferta de duas sessões de solário? Atividade de discussão com tomada de decisão.

Etapas

Esta atividade é concebida para dois blocos de aulas de 45 minutos. No primeiro bloco, o professor deve proceder à apresentação do caso de estudo da modelo Manuela Costa, cliente habitual de gabinetes de estética com solário. O professor deve aproveitar para questionar os alunos acerca das suas opiniões e ideias relativamente ao uso desta tecnologia, a fim de ter uma perceção das conceções prévias dos mesmos. Seguidamente, o professor deve distribuir entre os alunos exemplares do folheto da “*Helius* Estética”, gabinete de estética fictício, mas que apresenta uma oferta aliciante. A questão a colocar é: Utilizar ou não a oferta do folheto? Os alunos deverão ter a

oportunidade de pesquisar alguns argumentos a favor e contra a utilização da oferta, para que possam participar na discussão de cariz científico da aula seguinte, com argumentos igualmente cientificamente fundamentados.

No segundo bloco importa começar por recordar o problema apresentado na aula anterior e iniciar a discussão, com a averiguação e registo no quadro dos argumentos pesquisados. Uma vez esgotados os argumentos, é chegado o momento da tomada de decisão. É essencial o professor efetuar uma síntese das ideias essenciais e aproveitar para recordar conceitos relacionados com a temática que tenham sido anteriormente abordados e ainda refletir sobre os perigos associados à destruição da camada de ozono e medidas de mitigação e prevenção desta problemática. Finalmente, o professor poderá apresentar uma notícia de jornal, que promova a aplicação dos conhecimentos adquiridos a uma nova situação, capaz de os levar a refletir e manifestarem a sua opinião de uma forma fundamentada do ponto de vista científico.

Competências Investigativas

As competências investigativas que se pretendeu trabalhar foram:

- Identificar o problema investigativo, a partir da leitura de um texto (**Envolver**).
- Evidenciar pensamento crítico e lógico face à estreita relação tecnologia, ciência e sociedade (**Envolver**).
- Analisar e selecionar informação de fontes diversas, de forma a desenvolver argumentos contra e a favor da utilização dos solários (**Explorar**).
- Comunicar argumentos lógicos e fundamentados, evidenciando capacidade de tomada de decisão (**Explicar**).
- Formular novas questões de investigação a partir das conclusões e de uma notícia de jornal (**Elaborar**).
- Revelar respeito pelas opiniões dos colegas

Avaliação

Como instrumentos de avaliação utilizou-se o Feedback oral sobre o conteúdo e correção científica dos argumentos dos alunos.

Recolha de Dados

Como instrumentos de recolha de dados recorreu-se à observação descritiva (notas de campo).

3.9. Avaliação de competências em atividades investigativas

De acordo com a OCCFN, deve existir uma estreita relação entre a avaliação e as atividades que os alunos desenvolvem, devendo esta ser concordante com as diferentes experiências educativas. Independentemente do objeto de avaliação, esta deve constituir, *per si*, uma ferramenta com uma finalidade formativa, na medida em que auxilia professores e alunos a incidirem nos aspetos mais relevantes da aprendizagem e a fomentar o desenvolvimento de competências de diferentes domínios do currículo das Ciências (Galvão et al., 2001).

De acordo com Martins et al (2007), a avaliação que ocorre durante o ensino, pode ser considerada como avaliação formativa e considerada como sumativa se ocorre após o ensino. A primeira é considerada como a avaliação *para a* aprendizagem e a segunda como a avaliação *da* aprendizagem. Esta distinção centra-se mais nos objetivos subjacentes a cada uma – regulação dos processos de ensino, no caso da avaliação formativa; classificação dos processos e produtos de aprendizagem, no caso da avaliação sumativa – do que nos instrumentos utilizados (Sanmartí & Alimenti, 2004).

Neste sentido, o processo de avaliação em ambiente investigativo deve ser o de agente regulador da experiência de aprendizagem dos alunos. Com efeito, deve ser um processo intencional e contínuo, quotidiano e marcado pelas seguintes orientações: o processo de ensino-aprendizagem decorre num ambiente de confiança, onde existe espaço para o erro, em que este é tido como natural e não penalizador; privilegia-se a observação formativa em situação e no quotidiano e favorece-se a metacognição (Santos, 2000). Assim, a avaliação formativa deve representar um papel fundamental na realização de atividades investigativas, pois o foco não são exclusivamente os conteúdos (ou pelo menos não o essencial), mas sim, sobretudo, o desenvolvimento de competências de raciocínio científico, de capacidade de observação, de formulação de hipóteses e capacidade de dedução a partir de evidências. Nestas atividades, devem ser

valorizadas as competências processuais, de comunicação e atitudes, dificilmente avaliadas através de um tradicional teste de avaliação sumativo (Harlen, 2007).

Adicionalmente, a avaliação formativa constitui uma ferramenta essencial para o trabalho do professor, na medida em que lhe permite equacionar, em cada momento, como prosseguir e melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Neste âmbito, é fundamental que o professor defina metas compatíveis com o nível de desenvolvimento dos alunos, que torne claro, a cada um deles, o que pretende que sejam capazes de vir a fazer, e que peça para explicitarem as dificuldades que sentiram durante todo o processo (Martins et al, 2007).

O professor, neste contexto formativo, deve também recorrer sempre que possível ao *feedback*, pois quando se traduz em comentários que alertem os alunos para os aspetos a melhorar em próximas atividades, ou no enaltecimento dos aspetos positivos do seu trabalho e produtos, promove a reflexão dos alunos sobre as suas aprendizagens e, ao mesmo tempo, estimula a sua motivação (Black & Harrison, 2001). Procurou-se ao longo de toda a intervenção estabelecer esta relação de *feedback* contante, sugerida por Black e Harrison (2001), entre o professor e os alunos, quer através da monitorização intermédia dos trabalhos, quer através de constantes comentários em relação aos aspetos positivos e menos positivos associados aos alunos durante as atividades.

Atendendo ao anteriormente referido, os instrumentos de avaliação utilizados nesta intervenção procuraram seguir uma linha orientadora essencialmente formativa, embora em determinadas atividades tenha sido implementada também uma componente sumativa – realização de um teste sumativo e observações estruturadas com recurso a grelhas de observação, com critérios específicos, que permitiram orientar o olhar sobre os alunos durante a realização de determinadas tarefas, como a comunicação dos trabalhos investigativos (Martins et al, 2007).

No que concerne à linha de avaliação formativa procurou-se começar por implementar um teste diagnóstico, que permitiu efetuar um levantamento das ideias prévias dos alunos. Procurou-se também privilegiar o *feedback*, conforme anteriormente referido e procurou-se ainda explicitar os critérios de avaliação no início de cada atividade. De acordo com Santos e Gomes (2007), a explicitação dos critérios permite aos alunos, e aos grupos, uma mais efetiva autoavaliação do seu desempenho

durante o processo, bem como uma tomada de decisão sustentada, com vista a elaborar um melhor trabalho. De acordo com Santos e Gomes (2007) a explicitação dos critérios vai permitir aos alunos que ao longo da tarefa se autoavaliem de acordo com esses mesmos critérios e que tomem decisões que tornem o seu trabalho de grupo o melhor possível. Adicionalmente, procurou-se privilegiar a componente social/interpessoal durante a realização das atividades, através da resposta a questionários de opinião e auto e heteroavaliação no final das atividades, conforme sugerido por Reis (2011) e através da observação direta, por parte do professor, dos alunos nas aulas, com recurso ao registo acerca das suas participações, do seu desempenho nas tarefas, da sua colaboração com os outros colegas do grupo, entre outros. Manifestamente, os alunos refletiram nas respostas aos questionários as dificuldades e os aspetos positivos do funcionamento dos seus grupos.

3.10. Descrição Sumária das Aulas Realizadas

As aulas a seguir descritas correspondem à intervenção que ocorreu no período compreendido entre 5 de fevereiro e 13 de março. Em todas as aulas procurou-se seguir uma estrutura básica semelhante, apesar das diferenças inerentes a cada atividade. Assim, importa salientar que se procurou, no início de cada aula, efetuar um breve resumo da aula anterior, procurando-se igualmente enquadrar o trabalho a desenvolver na aula, numa temática mais abrangente. Neste momento, procedia-se ainda à apresentação do sumário, dos objetivos de aula, das principais atividades da mesma e do que era esperado dos alunos. O segundo momento poder-se-á considerar aquele que era dedicado à atividade propriamente dita. Efetuou-se um esforço para que a maioria das aulas terminasse sempre com um breve resumo do que foi efetuado naquela aula, fazendo-se uma rápida abordagem aos principais conceitos a reter e procurando-se estabelecer a ponte com o trabalho a realizar nas aulas seguintes. Esta estrutura revelou-se da maior importância, pois permitiu que, em cada aula, os alunos se focassem no trabalho realizado anteriormente, na temática a abordar, facilitando o enquadramento do seu trabalho no tema mais geral.

Primeira Aula – 5 de Fevereiro

Sumário – Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas: atividade de diagnóstico.

Nesta primeira aula, a turma encontrava-se dividida em dois turnos. Num primeiro momento, dado que esta constituía a primeira aula da intervenção, procedi a uma breve apresentação do trabalho que pretendia realizar com os alunos nas semanas seguintes. Os alunos, que já estavam à espera deste acontecimento, não se mostraram surpresos, nem levantaram questões. Seguidamente, procedeu-se ao cumprimento do grande objetivo da aula - a realização de uma atividade de diagnóstico. Durante toda a realização do teste, não foram esclarecidas quaisquer dúvidas relacionadas com os conteúdos programáticos, de forma a não condicionar o raciocínio e conhecimento dos alunos.

Reflexão – Durante a atividade, um aluno colocou a seguinte questão: “Professora, o que é o *smog*?”. A resposta não lhe foi dada. Em alternativa, sugeri que pesquisasse em casa, para poder explicar na aula do dia seguinte, em que teríamos oportunidade de falar sobre esse assunto. A realização da atividade correu de forma calma em ambos os turnos.

Segunda Aula – 6 de Fevereiro

Sumário – Catástrofes Naturais e Antropogénicas – Visionamento e Exploração de imagens relacionadas com a temática.

A aula começou com o sumário e com o retomar da questão da aula anterior relacionada com o *Smog*. O aluno, infelizmente, não tinha pesquisado sobre o assunto, mas outros colegas foram capazes de o ajudar e explicaram, ainda que de forma insipiente, o conceito associado à palavra. A aula consistiu, essencialmente, na exploração de imagens, através de uma atividade de discussão em turma. Neste sentido, comecei por explicitar as regras básicas para o correto desenvolvimento desta atividade, essenciais também para os trabalhos a serem desenvolvidos ao longo da intervenção. No decurso da aula, um dos alunos referiu que eles próprios (alunos) seriam os cientistas e investigadores nas próximas aulas.

Em relação ao tema, um dos alunos referiu que a poluição atmosférica pode ser proveniente de uma erupção vulcânica. Aproveitei o momento para perguntar se a poluição é sempre de origem humana, questão à qual responderam que não. A maioria parecia consciente de que também pode haver poluição de origem natural e que nos referimos a “poluição quando uma substância se encontra a mais no sistema” (aluno).

No final da aula, procedemos à síntese dos principais conceitos abordados na mesma, em que procurei realçar o facto de todos os subsistemas parecerem estar envolvidos no que concerne às consequências da poluição. Em conjunto com os alunos, concluímos que se provocarmos alterações em qualquer um dos subsistemas, os demais também são afetados. Expliquei que esta noção de interdependência entre subsistemas é fundamental, e que ao direcionarmos o nosso estudo para as problemáticas da atmosfera, estamos também a estudar as suas implicações para os restantes subsistemas.

Reflexão: Tratando-se da minha primeira aula, encontrava-me um pouco apreensiva. Com efeito, conhecendo já os alunos e a sua energia e disponibilidade para participar, receava que a atividade de discussão, sobretudo, sendo a uma quarta-feira, ao último tempo, pudesse correr menos bem. No entanto, a atividade foi muito participada, com a generalidade dos alunos a intervir e a respeitar as regras, tendo-se verificado o caso de dois alunos que teimaram em falar sem levantar o braço, mas que foram, curiosamente, repreendidos pelos seus pares. Os alunos mostraram-se muito entusiasmados em participar e darem o seu contributo para a discussão, inclusivamente alunos tradicionalmente mais calados ou desatentos. No final da aula, ao toque da campainha, ao contrário do que frequentemente acontece, os alunos nem se aperceberam do final da aula.

Terceira Aula – 18 de Fevereiro

Sumário – Catástrofes naturais e antropogénicas – medidas de prevenção e mitigação. Aquecimento global – introdução ao estudo de caso do zooplâncton.

A aula iniciou-se com a escrita do sumário. Seguidamente, procedemos à correção do trabalho de casa, com a projeção de diapositivos, contendo cada um uma forma de perturbação. Através do questionamento dos alunos, mencionava-se, para cada forma de perturbação, as principais medidas de prevenção / proteção associadas, posteriormente projetadas no dispositivo. No final da aula, apresentei aos alunos a ideia geral do trabalho a realizar na aula seguinte – atividade experimental relacionada com a água do lago e o seu zooplâncton. Apresentei, ainda, os critérios de avaliação que serviriam de orientação à avaliação individual e de grupo.

Reflexão: Os alunos mostraram-se, mais uma vez, muito participativos. Quase todos haviam feito pelo menos uma parte do trabalho de casa. Os alunos mostraram-

se ainda muito curiosos e entusiastas em relação ao trabalho que iriam realizar na aula seguinte. Esta participação e envolvimento dos alunos contribuíram, sem dúvida, para aumentar a minha confiança enquanto professora e, especialmente, em relação à atividade arrojada a ser realizada na aula seguinte.

Quarta Aula – 19 de Fevereiro (Aula Extraordinária de 90 Minutos)

Sumário – Aquecimento global – Primeira parte da investigação experimental acerca do estudo de caso do zooplâncton.

Graças à disponibilidade da professora de ciências físico-químicas, que cedeu 45 minutos da sua aula, foi possível realizar a atividade numa aula extraordinária de 90 minutos. Durante todo este tempo, a turma esteve completa, dos quais, nos primeiros 45 minutos foi efetuado o planeamento da atividade experimental e nos 45 minutos seguintes procedemos à sua execução em pequenos grupos de três a quatro alunos.

A aula iniciou com o esclarecimento das principais regras de funcionamento da atividade. Para que tudo funcionasse seria importante respeitar a regra de levantar o dedo para falar. Houve uma tentativa de eleger um porta-voz para cada grupo, no sentido de diminuir a confusão e perda de tempo na aula, mas tal não funcionou.

Foram concedidos aos alunos cinco minutos para que pudessem ler o texto que servia de introdução ao tema e respondessem à primeira questão. Seguidamente, foi pedido a um aluno, aleatoriamente, que se voluntariasse para fazer um breve resumo das principais ideias do texto. Os passos seguintes referentes ao planeamento do protocolo experimental foram construídos em conjunto na turma, com a participação da maioria dos alunos. À medida que foram sendo construídas as respostas, as mesmas eram transcritas para o quadro para que todos os alunos as pudessem registar nos seus cadernos de investigação.

Terminados os primeiros 45 minutos, a turma foi conduzida para junto do lago da escola, onde se procedeu à recolha e filtragem da água, para aumentar a concentração de zooplâncton presente – objeto de estudo da investigação. Dois alunos voluntários foram os responsáveis por este passo. Imediatamente, tornou-se perceptível a dificuldade de filtrar a água e aproveitei para explicar que este passo já havia sido efetuado previamente, a fim de otimizar o tempo da aula.

Seguidamente, a investigação continuou nos laboratórios da escola. Como a turma se encontrava completa, foi necessário utilizar dois laboratórios, apoiados pela presença da professora cooperante e pela professora de ciências físico-químicas. A professora estagiária dividiu-se entre laboratórios, com a preocupação constante de fornecer todas as orientações e apoio necessários.

Reflexão – O ambiente geral foi bom, de trabalho sério e dedicado, pela maioria dos alunos. A participação de todos os alunos foi uma preocupação constante ao longo de toda a aula, tendo-se traduzido em questionamento e pequenos desafios aos alunos. O tempo constituiu um importante fator limitante. Atendendo aos objetivos ambiciosos da atividade, foi importante otimizar o tempo de participação dos alunos na construção do protocolo, traduzindo-se num questionamento mais generalizado e menos aprofundado.

Durante a aula senti, diversas vezes, a necessidade de proceder a ajustes na planificação, nomeadamente, no momento da contagem do número de indivíduos presentes na amostra em estudo. Uma vez que trabalhávamos com *Daphnias*, a contagem foi efetuada a olho nu, em vez de se utilizar a lupa binocular, conforme estava descrito no protocolo, possibilitando uma enorme poupança de tempo. Contudo, para que os alunos tivessem a oportunidade de observar as *Daphnias* em pormenor, foi montada uma preparação para observação à lupa. Cada grupo, à medida que iam terminado o seu trabalho, dirigia-se para a bancada com a lupa e observava e efetuava registos.

O final da aula chegou muito rapidamente e, novamente, senti a necessidade de ajustar a planificação para a aula seguinte. Uma vez que não houve tempo e condições e para fazer um fecho da atividade do zooplâncton, sobretudo no que concerne a fundamentos teóricos da mesma, decidi no dia seguinte, planificar uma aula, sempre dentro de uma lógica investigativa, acerca da problemática ambiental subjacente à atividade do zooplâncton – o Aquecimento Global.

Quinta Aula – 20 de Fevereiro

Sumário – Aquecimento global – Efeito de Estufa (EE), gases de EE, alterações climáticas nos últimos 1000 anos.

No início da aula, a preocupação fundamental foi, através de questionamento, reconstruir com os alunos os principais objetivos e etapas da atividade do dia anterior, proceder ao enquadramento da mesma na problemática ambiental mais alargada, poluição da atmosfera e estabelecer as diretrizes para a conclusão do trabalho na semana seguinte. A partir daqui, com o recurso a uma atividade investigativa concebida para apenas uma aula, a problemática do aquecimento global foi aprofundada e consolidada.

Os alunos tiveram tempo para ler o texto e, em colaboração com o colega do lado, responderam às primeiras perguntas. A correção da atividade investigativa foi sendo feita em conjunto e, simultaneamente, à medida que se construíam as respostas, o processo era acompanhado por um conjunto de diapositivos de apoio.

Reflexão – Novamente, o tempo constituiu um importante desafio, daí a decisão de tudo ser realizado em conjunto. O ambiente da aula foi de participação da maioria dos alunos, que respondeu com relativa facilidade às questões propostas. Alguns alunos levantaram questões paralelas, com dúvidas que lhes iam surgindo. No final da aula, ficou por terminar uma única questão, que seria corrigida na aula seguinte.

Esta aula, apesar de não ter sido planeada inicialmente, surgiu da necessidade de consolidar o conhecimento acerca do Aquecimento Global, tendo constituído um importante plano B, na medida em que resultou da experiência de planeamento em cima do acontecimento. Dado o seu planeamento tão súbito, sentia-me mais insegura no início da aula. Contudo, acabou por correr bem e fiquei muito surpreendida pela boa participação e assertividade nas respostas da generalidade dos alunos.

Sexta Aula – 25 de Fevereiro

Sumário – Teste sumativo parcial. Aquecimento global: efeito de estufa, GEE, variação da temperatura média da terra nos últimos 1000 anos. Medidas de prevenção e mitigação desta problemática.

Os primeiros vinte minutos desta aula foram dedicados à realização de um teste sumativo parcial, relativo a conteúdos programáticos da unidade anterior.

Nos restantes vinte minutos, encerrámos a problemática do aquecimento global através da resposta à última questão da atividade da aula anterior e à análise e

interpretação de um gráfico relativo à variação da temperatura ambiente nos últimos mil anos. A partir do gráfico, pretendeu-se trabalhar questões relacionadas com a natureza da ciência. Deu-se especial ênfase à necessidade de se proceder à interpretação dos resultados obtidos em qualquer investigação à luz dos conhecimentos anteriores e de períodos de tempo mais abrangentes, neste caso específico. A aula terminou com uma breve síntese construída através de questionamento dos alunos, com os conceitos essenciais acerca da temática.

Reflexão – O tempo foi, novamente, um importante fator limitativo, Contudo, creio ter havido, no tempo disponível, espaço para interpretar novos dados, levantar novas questões e, sobretudo, refletir acerca da natureza, fiabilidade e validade desses mesmos dados, à luz de nova informação.

Sétima Aula – 26 de Fevereiro

Sumário – Aquecimento global: segunda parte da investigação experimental acerca do estudo de caso do zooplâncton.

A aula iniciou-se com a escrita do sumário e uma breve síntese da aula anterior. Com recurso ao questionamento dos alunos, foram abordados os conceitos de Efeito de Estufa, o seu processo de formação, a sua importância para a vida na Terra, o seu incremento nos últimos 100 anos fruto da emissão de substâncias poluentes para a atmosfera pelo Homem e as consequências associadas. Recordou-se ainda o gráfico analisado na aula anterior, representativo da variação da temperatura do planeta ao longo dos últimos mil anos, com uma breve reflexão acerca das principais consequências e causas para os ecossistemas. Para terminar a síntese, os alunos foram questionados acerca das principais medidas de prevenção e mitigação associadas a esta problemática.

Seguidamente, procedeu-se à apresentação dos objetivos da aula e enquadramento da tarefa na atividade geral: medir a abundância de *Daphnias* após uma semana sob o efeito da temperatura. Após as medições, os alunos registaram os resultados nos seus cadernos de investigação e analisaram os resultados. Simultaneamente, foi sendo contruída uma tabela com os dados de todos os grupos no quadro. Uma vez que os dados foram concordantes para todos os grupos, procedeu-se à análise dos resultados, confrontando com as previsões e construção das conclusões em conjunto, bem como ao desenvolvimento de novas questões de investigação.

Finalmente, fez-se uma breve síntese final, aproveitando para questionar os alunos acerca do limite de validade dos seus resultados – refletindo se deveriam ter feito mais contagens, ou se é correto fazerem generalizações a partir dos seus resultados. Nesta síntese, procurou-se igualmente refletir acerca das implicações que as alterações climáticas terá nos ecossistemas terrestres. Para terminar a síntese, foram explicitadas as regras e datas da comunicação dos trabalhos de investigação – trabalho a ser apresentado, em grupo, sob a forma de Poster científico, no dia 12 de março, com monitorização intermédia na aula de 5 ou 6 de março.

Reflexão – A turma encontrou-se dividida em turnos. No primeiro turno, verificou-se uma boa participação geral dos alunos. No final da aula apenas ficou por definir uma nova questão investigativa. Na síntese do início da aula, os alunos pareciam um pouco perdidos, mas com o questionamento foram capazes de recordar a primeira parte do trabalho, realizada na semana anterior. Em conjunto, recordámos e relemos o protocolo definido e realizámos novas contagens do número de indivíduos presentes para cada situação, após uma semana.

Em relação ao segundo turno, os alunos manifestaram-se muito entusiastas em relação ao trabalho. Infelizmente, à semelhança do verificado em outras semanas, neste turno não foi possível explorar tanto o trabalho realizado, como era pretendido, por motivos de tempo e desmotivação de alguns elementos deste turno.

Oitava Aula – 27 de Fevereiro

Sumário – Chuvas Ácidas: primeira parte do trabalho investigativo. Processo de formação, causas, consequências e medidas de prevenção e mitigação relativas à temática.

A aula iniciou-se com um atraso de 15 minutos. Os alunos chegaram muito dispersos, cansados e sem grande vontade de trabalhar. Esta situação tende a verificar-se nas aulas de último tempo da manhã de quarta-feira. Entre atrasos e pequenas repreensões, a aula começou com a escrita do sumário e a apresentação do tema das Chuvas Ácidas, com o seu enquadramento na unidade temática “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”, mais concretamente perturbações no subsistema atmosfera. Para efetuar um melhor e mais compreensível enquadramento, efetuei um breve resumo dos trabalhos investigativos das aulas anteriores, relacionados com as alterações climáticas. Seguidamente, questionei os alunos acerca dos seus

conhecimentos sobre as chuvas ácidas, com o intuito de perceber as suas concepções e conhecimentos relativos ao tema. Procurei ainda estabelecer o paralelismo com a segunda aula, em que associámos a corrosão ácida dos edifícios e o agravamento da destruição das florestas às chuvas ácidas. Terminada esta pequena discussão inicial, procedi à apresentação do trabalho investigativo a desenvolver, com as respetivas regras, datas e critérios de avaliação. Cada dois grupos ficaram responsáveis por uma problemática ambiental, sobre a qual investigaram, respondendo a questões orientadoras. Cada grupo teve um caderno com informação variada, que deveria analisar e selecionar, de forma a responder às questões orientadoras, que por sua vez facilitaria a formulação de uma resposta à questão investigativa.

Na parte final da aula, os alunos tiveram oportunidade de, em grupo, ler e analisar os seus respetivos casos de estudo. Ficou combinado um dia para esclarecimento de dúvidas na escola e através de um endereço de correio eletrónico.

Reflexão – O atraso no início da aula constituiu um fator de ansiedade. Todo o planeamento e organização da aula dependiam dos, já de si, poucos minutos disponíveis para a aula. Encurtar ainda mais esse tempo, traduziu-se num constante ajustamento do plano de aula, procurando nunca comprometer os objetivos propostos. Creio ter conseguido cumprir esses mesmos objetivos, apesar de, no final, os alunos terem ficado com menos tempo para trabalhar nos seus casos de estudo em sala de aula. Cada aluno teve, nesta aula, a possibilidade de conhecer os critérios inerentes à avaliação do trabalho – conteúdo científico (nível de profundidade das respostas, correção científica), comunicação (domínio do português, domínio da linguagem científica, qualidade do suporte construído) e atitudes (respeito pelos colegas, participação ativa e construtiva na discussão dos trabalhos).

Nona Aula – 4 de Março

Sumário – Chuvas Ácidas: segunda parte da atividade investigativa (comunicação dos trabalhos de investigação).

A aula iniciou-se com a escrita do sumário e um breve resumo da aula anterior. Seguidamente, procedi à comunicação dos objetivos da aula – comunicação dos trabalhos investigativos. Com efeito, os alunos foram recordados que todos os grupos tiveram como responsabilidade investigar acerca de um caso de estudo, consequência das chuvas ácidas. Contudo, as questões fundamentais às quais deveriam dar resposta

eram semelhantes para todos (definir ou identificar o problema investigativo; elencar causas ou origem da perturbação; referir as principais consequências para o ecossistema; enunciar medidas de prevenção e mitigação; definir uma nova questão de investigação; atribuir um título a cada texto).

Novamente, no momento da comunicação e discussão dos trabalhos desenvolvidos, o tempo foi o fator limitativo. Cada grupo teve apenas 5 minutos para apresentar os seus trabalhos investigativos. Contudo, como cada dois grupos ficaram com o mesmo tema, foi possível recuperar algum tempo. Tratámos uma problemática de cada vez, correspondendo ao questionamento de dois grupos em simultâneo. Esses grupos deslocaram-se para a frente da sala, com os seus respetivos cartazes e foram-lhes colocadas questões que lhes permitissem evidenciar a sua compreensão e conhecimento acerca da temática. As questões foram colocadas tanto pelos colegas, como por mim, a professora. No final da aula foi entregue uma ficha para completar em casa, com uma atividade de síntese.

Reflexão – O resultado dos trabalhos foi muito satisfatório. Os alunos pareceram muito entusiasmados com a apresentação dos trabalhos, que revelavam grande sentido estético e criativo. Do ponto de vista do Professor, a generalidade dos trabalhos apresentavam as informações essenciais que permitiam responder às questões orientadoras. No entanto, os trabalhos que foram enviados previamente, para monitorização, apresentavam melhor nível de linguagem e rigor no conteúdo científico. Apercebi-me que os alunos, apesar de estarem já no 8.º de escolaridade, escrevem com muitos erros ortográficos e têm dificuldade em interpretar e adaptar os dados. Em relação ao funcionamento dos grupos, alguns elementos não trabalharam e, curiosamente, os colegas avaliaram esse facto nos questionários de auto e heteroavaliação. Finalmente, importa referir que a escolha de apenas quatro casos de estudo para oito grupos se relacionou apenas com o tempo disponível. Apesar de cada dois grupos terem estudado o mesmo caso, no momento da apresentação tal revelou-se enriquecedor e complementar. Uma vez que as questões eram as mesmas, um dos grupos podia responder e ser complementado pelo outro grupo, gerando pequenos momentos de discussão.

Décima Aula – 5 de Março

Sumário – Chuvas Ácidas: atividade de síntese. Introdução à problemática ambiental da destruição da camada de ozono.

A aula iniciou-se com a escrita do sumário e questionamento dos alunos acerca da atividade desenvolvida na aula anterior, realçando que a primeira parte da aula seria dedicada à correção do mapa de conceitos que ficou para trabalho de casa, com recurso a questionamento dos alunos. Aproveitei para construir um mapa de conceitos no quadro, com as ideias dos alunos.

Na segunda parte da aula, procedemos à introdução da nova perturbação da atmosfera – destruição da Camada de Ozono – com a abordagem do caso de estudo da Manuela Costa. A partir da leitura deste texto, questionei os alunos acerca do que pensavam sobre as pessoas bronzear-se, o que consideravam mais atrativo, mais bonito, esperando que os alunos explicitassem as suas conceções prévias acerca do bronzeador. Adicionalmente, questionei os alunos acerca das suas conceções sobre os solários e da atitude da modelo. Aproveitando a discussão sobre os solários e o caso de estudo, apresentei o folheto do “*Helius* Estética”. Solicitei aos alunos que analisassem o folheto, focando a garantia de segurança expressa no mesmo. Iniciámos, então, uma pequena discussão em conjunto acerca das ideias expressas no folheto. Os tópicos orientadores dessa discussão foram: a diferente perigosidade das radiações UVA e UVB – verdadeiro ou falso; Vantagens dos solários e perigos associados; situação, no caso do centro de estética, em que a tecnologia está ao serviço da sociedade (CTSA). A questão final, que serviu de mote ao trabalho de pesquisa a desenvolver em casa foi a seguinte: Utilizar ou não a oferta do folheto? Solicitei aos alunos que pesquisassem, em casa, cinco argumentos contra e a favor do recurso ao solário. Estes argumentos seriam utilizados na aula seguinte.

Reflexão – Creio haver dois aspetos muito positivos a salientar desta aula. O primeiro relaciona-se com a atividade de síntese através da construção de um mapa de conceitos. Os alunos tendem a aderir e contribuir para esta atividade. O ambiente geral foi de participação de todos, entusiasmo e debate de diferentes ideias. Na qualidade de professora senti-me sempre recompensada por este género de atividades, pois quase todos os alunos haviam completado o seu próprio mapa de conceitos, tendo algo a acrescentar na aula. Estes alunos, em particular, parecem apreciar atividades de síntese

e sistematização de ideias. O segundo aspeto relaciona-se com o folheto contruído para a aula e o caso de estudo. Senti que os alunos ficaram muito entusiasmados com a questão que lhes foi colocada. Senti. Igualmente, que todos tinham uma opinião acerca do aspeto bronzado, dos solários e dos perigos da destruição da camada de ozono. Mesmo os alunos tradicionalmente mais desligados e desinteressados se mostraram participativos e envolvidos na discussão.

Décima Primeira Aula – 6 de Março

Sumário – Destruição da camada de ozono: causas, consequências e medidas de prevenção e mitigação. Síntese das perturbações da atmosfera.

A aula iniciou-se com a escrita do sumário e, conforme habitual, um breve resumo da aula anterior, recordando o caso de estudo da Manuela Costa e do folheto, essenciais para a atividade de discussão da aula. Iniciámos a nossa atividade da aula com a construção de uma tabela no quadro, expondo os argumentos pesquisados – argumentos contra e a favor. A partir da tabela iniciámos a discussão, procurando dar resposta à grande questão expressa no folheto: Utilizar ou não a oferta? A generalidade dos alunos havia pesquisado alguns argumentos, por isso, a discussão tornou-se muito rica em argumentos e opiniões fundamentadas. Aproveitei para recordar o tema da evolução da vida na Terra, com a evolução da atmosfera terrestre, abordado no 7º ano. Esta intradisciplinaridade foi importante para compreender que apenas quando se formou a camada de ozono na atmosfera é que os seres vivos tiveram condições para sair de água. A água era até então o único filtro contra os UV. Adicionalmente, procurámos definir quais os agentes responsáveis pela destruição da camada de ozono no último século – focando os CFCs, e respetivas medidas tomadas no sentido de mitigar este problema. Foi ainda apresentada uma notícia publicada no jornal, com o intuito de constituir uma aplicação do conhecimento apropriado. Finalmente, tratando-se da última aula antes do teste, procurei fazer um resumo dos principais conceitos abordados e alertar para a necessidade de estudar individualmente.

Reflexão – Novamente, os alunos mostraram-se muito participativos e entusiastas em relação à atividade. Curiosamente, os meus receios iniciais de não me fazer compreender, ou de não conseguir cumprir os objetivos da aula, foram-se dissipando, à medida que fui adquirindo maior capacidade de gerir as atividades em função do tempo e focando sempre no essencial. De facto, comprovei nesta aula, à

semelhança das anteriores, que quando partimos de situações problema que são de alguma forma próximas dos alunos, eles envolvem-se mais e interessam-se naturalmente, facilitando o trabalho do professor. Esta aula de quarta-feira, último tempo, tinha tudo para correr menos bem, mas, pelo contrário, foi muito ordenada e participada.

Décima Segunda Aula – 11 de Março

Sumário – Teste sumativo relacionado com as perturbações no equilíbrio dos ecossistemas, com particular ênfase nas perturbações da atmosfera.

Nesta aula os alunos realizaram o teste de avaliação sumativa.

Décima Terceira Aula – 12 de Março

Sumário – Aquecimento Global – comunicação dos trabalhos investigativos.

Turma dividida em turnos. A aula iniciou-se com a escrita do sumário e um breve resumo da aula anterior. Seguidamente, procedi à comunicação dos objetivos da aula – comunicação dos trabalhos investigativos sobre o Aquecimento Global. Contudo, ao contrário do que seria de esperar, vários grupos referiram que não tinham trabalhos para apresentar, alegando terem percebido que a data de entrega seria posterior. Naturalmente, este facto gerou entropia na aula, sobretudo porque alguns grupos tinham o trabalho feito. Decidi, então, que os trabalhos existentes deveriam ser apresentados, aproveitando a oportunidade fazer uma síntese dos principais conceitos associados ao tema. No primeiro turno foram apresentados dois trabalhos relativos ao Aquecimento Global, tendo preenchido o tempo disponível na aula. Relativamente ao segundo turno, comecei por chamar a atenção para a falta de responsabilidade demonstrada e realizámos uma atividade de síntese relativa às perturbações na atmosfera, oralmente e com recurso ao quadro.

Reflexão – Apesar deste acontecimento inesperado, o resultado dos trabalhos apresentados foi bastante satisfatório. Na aula do primeiro turno, houve dois grupos, de quatro, que apresentaram o trabalho. Em relação ao segundo turno, nenhum dos quatro grupos apresentou trabalho, constituindo um importante desafio para mim, no sentido em que foi necessário recorrer a um plano de aula alternativo. Em ambos os turnos, não pude deixar de repreender os alunos pela falta de responsabilidade na

entrega dos trabalhos. Várias vezes chamei a atenção para as datas importantes, mas o que creio ter acontecido foi que a data de entrega do segundo trabalho investigativo foi muito próxima da data de entrega do primeiro trabalho sobre as Chuvas Ácidas, tudo isto acrescido ao facto de ser coincidente com o final do período e época de testes. Esta aula, sobretudo a do segundo turno, constituiu um enorme desafio para mim, mas que creio ter sido bem superado com a atividade de síntese. Percebi o quão importante é estar preparado, conhecer bem os conteúdos científicos e ter plasticidade para converter o inesperado em planeado.

Décima Quarta Aula – 13 de Março

Sumário – Auto e heteroavaliação. Realização da ficha de diagnóstico final.

Nesta aula os alunos realizaram a ficha de diagnóstico, semelhante à da primeira aula. Responderam ainda aos questionários de opinião relacionados com os trabalhos das Chuvas Ácidas e Aquecimento Global.

Reflexão final – Cada aula apresenta dos seus desafios muito próprios e geralmente inesperados. Nesta última aula, recebi alguns trabalhos dos alunos sobre o Aquecimento Global, que não houve tempo para apresentar. O ambiente geral desta aula foi de alguma confusão, pois alguns alunos pediram-me para sair mais cedo, para poderem participar em atividades da escola. Creio que este ambiente comprometeu, de alguma forma a realização responsável da atividade de diagnóstico e dos questionários de opinião.

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

No presente capítulo será feita a contextualização da metodologia adotada neste estudo, dos participantes e dos métodos utilizados para recolha e análise de dados. A metodologia adotada procurou ser a mais adequada ao objetivo deste estudo, que visou analisar o impacto do recurso a problemáticas ambientais num contexto de atividades investigativas nas aprendizagens de alunos do 8.º ano sobre as perturbações no equilíbrio dos ecossistemas.

Neste sentido, atendendo ao objetivo de analisar o impacto do recurso a problemáticas ambientais, num contexto de atividades investigativas, nas aprendizagens do referido grupo de alunos, foram definidas as seguintes questões de orientação do processo investigativo:

- Que competências desenvolvem os alunos quando realizam atividades de cariz investigativo centradas na temática “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”?
- Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam as atividades de cariz investigativo propostas?
- Que apreciações fazem os alunos das atividades de cariz investigativo propostas?

4.1. Contexto e Participantes do Estudo

O estudo realizou-se na Escola Secundária Padre Alberto Neto, pertencente ao concelho de Queluz, com a turma A do 8º ano. Este grupo de trabalho era constituído por vinte e sete alunos (13 rapazes e 14 raparigas), de nacionalidade portuguesa ou oriundos dos PALOP. A média etária, segundo dados obtidos no início do ano letivo, era de 13 anos. Verificou-se a existência de apenas dois repetentes no oitavo ano. Relativamente a alunos com necessidades educativas especiais, duas alunas apresentavam este estatuto, apesar de haver um terceiro aluno, que embora não estivesse categorizado como tal, apresentava graves dificuldades de aprendizagem. Os alunos revelaram-se, na generalidade, curiosos, participativos, disponíveis e recetivos a novas atividades. Contudo, estes eram também muito heterogéneos entre si, relativamente ao interesse e organização, aos ritmos de aprendizagem, aos níveis de

concentração e à capacidade de trabalho. A maioria destes evidenciou reduzida autonomia na resolução de problemas e no cumprimento de tarefas, bem como falta de hábitos de trabalho autónomo e de consolidação.

No início do ano letivo, estes alunos foram sujeitos a um questionário autobiográfico realizado pela diretora de turma. Da análise do referido documento importa salientar que a maioria dos alunos afirmou viver em famílias biparentais, nove em famílias monoparentais e um aluno disse viver com a mãe e com a tia. As habilitações académicas parentais recaíam maioritariamente sobre o 12º ano, verificando-se a existência de pais que frequentaram apenas o ensino primário e poucos que possuíam formação superior. A maioria dos pais eram empregados no sector dos serviços (19), dos quais sete pertenciam a quadros técnicos superiores. Três mães eram domésticas e dois pais e uma mãe estavam desempregados. Importa ainda salientar um dado que diz respeito ao tipo de relação existente entre estes alunos e os seus pais - a maioria afirmou ter uma relação afetiva muito boa com os pais (19), quatro referiram ter uma relação boa e os restantes quatro classificaram a relação como razoável.

Relativamente à zona de residência, a maioria dos alunos afirmou deslocar-se para a escola de autocarro (15) ou de automóvel (sete), pois habitavam na periferia de Queluz. Apenas seis alunos disseram deslocar-se a pé, uma vez que habitavam na cidade. O percurso casa-escola variou entre os cinco e os 30 minutos.

No que concerne ao contexto escolar dos alunos deste grupo de trabalho, três afirmaram não gostar da escola e 15 afirmaram estudar sem qualquer gosto. Contudo, quando interrogados acerca do sentido de estudar, todos foram perentórios ao afirmar que o faziam para ter um futuro melhor. O seu gosto pelas aulas, de acordo com o questionário, parecia aumentar quando os alunos têm a possibilidade de trabalhar em grupo, quando lhes é permitida a participação e quando o professor utiliza os meios audiovisuais nas suas aulas. Em termos de expectativas para o futuro, 16 alunos afirmaram pretender ir para a faculdade, quatro disseram preferir enveredar pela via profissional, seis apenas pretendiam concluir o secundário e um aluno afirmou não pretender estudar para além do 9º ano de escolaridade.

Nesta perspetiva, importa salientar que todas as atividades a serem planificadas no âmbito da estratégia de atividades investigativas tiveram como premissa as

caraterísticas apresentadas do público-alvo, bem como a sua pouca autonomia e inexperiência no planeamento de atividades investigativas e experimentais, obrigando o investigador a ser mais participativo do que o que seria expectável. É ainda fundamental referir que estes alunos trabalharam já no ano anterior num contexto de resolução de problemas e, portanto, conhecia-se já a sua aptidão por novos contextos de aprendizagem.

4.2. Metodologia

A seleção da metodologia utilizada para a recolha de informação teve como principal premissa a natureza da informação a recolher e a ser analisada pelo investigador visando responder às questões orientadoras da investigação anteriormente referidas. Nesta perspetiva, atendendo à natureza descritiva dos dados a investigar, ao enfoque dado ao processo vivenciado pelos sujeitos e à relação próxima que o investigador estabeleceu com o seu objeto de estudo, a metodologia de investigação a implementar foi, essencialmente, de natureza qualitativa, embora tenha sido feita alguma análise quantitativa dos dados recolhidos.

Segundo Denzin e Lincoln (2005), uma metodologia qualitativa permite ao investigador colocar-se na realidade que estuda, como tentativa de interpretar e dar sentido aos dados que obtém no seu contexto próprio. O observador passa a integrar o mundo que estuda e, recorrendo a práticas interpretativas, tenta representá-lo, ao mesmo tempo que o transforma - a recolha de informação torna-se, assim, numa experiência capaz de humanizar a investigação, proporcionando ao investigador uma dupla posição de observação: a de investigador e a de ator (Lalanda, 1998).

4.3. Instrumentos de Recolha de Dados

Para proceder à recolha de dados foram utilizadas técnicas próprias da investigação qualitativa (Denzin, 2003), como a observação descritiva, não estruturada (notas de campo), a observação estruturada (através de grelhas de observação), documentos escritos (resultantes das atividades realizadas pelos alunos), seguidos de reflexão crítica, questionários e análise de documentos oficiais. Com cada instrumento procurou-se dar resposta a uma ou mais questões do estudo. Neste sentido, para se proceder à recolha de dados relativos às aprendizagens efetuadas e competências

desenvolvidas, recorreu-se ao preenchimento de questionários de avaliação diagnóstica (no início e no final da temática) e questionários de opinião relativos às diversas atividades, conforme anteriormente referido. Com o recurso à observação estruturada (grelhas de observação) e não estruturada descritiva (notas de campo), o investigador / professor teve a possibilidade de avaliar atitudes e competências de comunicação (por exemplo, durante a comunicação oral de resultados obtidos nas mais diversas atividades). Os questionários de opinião representaram uma importante fonte de recolha de informação relativa às apreciações e principais dificuldades sentidas pelos alunos face ao trabalho e estratégia desenvolvidos.

4.3.1. Observação participante

A capacidade de observação é uma das mais preciosas ferramentas utilizadas pelo ser humano para conhecer e compreender as pessoas, os acontecimentos e o mundo à sua volta. Observar é aplicar os sentidos para a obtenção de informação sobre os mais variados aspetos da realidade e, quando subordinada ao serviço dos sujeitos e dos seus processos complexos de inteligibilização do real, fornece dados empíricos necessários à análise crítica (Dias e Moraes, 2004). Através da observação, o investigador pode partilhar a condição de humano com os indivíduos que estuda e consegue, assim, melhor compreender o mundo social, pois observa-o a partir do seu interior. Simultaneamente, envolve-se nas mais diversas atividades, obtendo dados espontâneos, de uma forma informal e menos condicionante para os indivíduos estudados (Lessard Hébert, 1996). De acordo com Holloway e Wheeler (1996), na observação participante, o investigador pode desenvolver pesquisas em cenários naturais, de forma a examinar a realidade social. Trata-se de uma forma de recolha de dados empírica, que pode ser validada com o recurso ao planeamento prévio do que observar e como observar.

Nesta perspetiva, para o presente estudo investigativo recorreu-se à observação, sob duas formas distintas: observação descritiva e não estruturada (a partir do registo de notas de campo) e observação estruturada (com recurso a grelhas de observação). Importa referir que a observação não estruturada, com recurso a notas de campo, ocorreu na grande maioria das aulas. O investigador procurou, no final de cada aula, ou sempre que possível, registar dados que considerou fundamentais para a sua investigação. Pelo contrário, a observação estruturada ocorreu em dias planeados, com

recurso a grelhas, capazes de auxiliar o investigador no foco da sua observação. Posteriormente, a calendarização da observação estruturada será apresentada na Tabela 3.

Relativamente ao papel assumido pelo investigador, este desempenhou sempre uma função que Dias e Morais (2004) definem como "participante" (p.50), pois participou sempre de algum modo nas atividades do observado. Esta forma de observação participante pode ser subdividida em participante ativa e passiva, em função da sua maior ou menor intervenção, respetivamente. A observação passiva ocorre num primeiro momento da pesquisa em que o investigador define o espaço da pesquisa, questiona, faz anotações e situa-se no ambiente a ser pesquisado. Por outro lado, a observação ativa ocorre num segundo momento em que o investigador, com o campo ou espaço já definido e com as informações que lhe são necessárias, imerge no campo, estabelecendo uma interação intensa com os participantes da pesquisa (Spradley, 1980). Nesta observação participante e ativa, o investigador interage com o objeto de estudo, simultaneamente afetando-se e sendo afetado por ele (André, 2003). Importa referir que é fundamental, nesta forma de observação, encontrar um ponto de equilíbrio entre a ação junto do objeto de estudo e a recolha de dados, no sentido em que a própria recolha de dados pode ser prejudicada, quando se verifica excesso de participação ou participação desordenada (André, 2003). Naturalmente, como professora, a participação foi geralmente ativa, mas procurou-se criar momentos de observação participante, menos ativa, nas apresentações dos trabalhos pelos alunos, em alguns momentos de trabalho em grupo na sala de aula e em momentos fora da sala de aula, em que se procedeu à observação dos alunos sem qualquer intervenção.

4.3.2. Questionários

Os questionários são instrumentos de recolha de dados que permitem a obtenção de informação de uma forma muito rápida (Johnson & Christensen, 2004). O recurso aos questionários permite a recolha de dados diversos, nomeadamente dados relativos aos conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos da população em estudo. Construir um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos da pesquisa em questões específicas. As respostas às questões construídas proporcionam os dados que o investigador necessita para testar as suas hipóteses ou esclarecer o seu problema investigativo (Gil, 2007). Com efeito, é essencial atender ao que se pretende

avaliar e como se pretende avaliar, devendo haver rigor na seleção do tipo de questionário a aplicar de modo a aumentar a credibilidade do mesmo. O conjunto de questões deve ser muito bem organizado e conter uma forma lógica para quem a ele responde, evitando uma estrutura confusa e complexa, ou ainda questões demasiado longas (Muñoz, 2003). No presente estudo em particular, a linguagem utilizada nos questionários constituiu um importante desafio na medida em que a população em estudo era constituída por estudantes do 8.º ano do ensino básico, por vezes com dificuldades manifestas na linguagem e com uma agitação inerente à idade.

No que concerne à tipologia de questionários, tradicionalmente são definidos três tipos: questionário aberto, fechado e misto. O questionário do tipo aberto é aquele que utiliza questões de resposta aberta, possibilitando respostas livres por parte dos alunos. No entanto, a interpretação e o resumo deste tipo de questionário é mais difícil dada a variedade de respostas que se pode obter, dependendo diretamente da pessoa que responde ao questionário. O questionário do tipo fechado é constituído por questões de resposta fechada, permitindo obter respostas mais facilmente comparáveis com a informação recolhida através de outros instrumentos de recolha de dados. Este tipo de questionário facilita também o tratamento e análise da informação, na medida em que requer menos tempo. Por outro lado, a aplicação de questionários do tipo fechado apresenta uma desvantagem, pois facilita a resposta para um sujeito que não saberia ou que poderia ter dificuldade acrescida em responder a uma determinada questão. O outro tipo de questionário que pode ser aplicado, tal como já fora dito, são os questionários de tipo misto, que tal como o nome indica são questionários que apresentam questões de diferentes tipos: resposta aberta e resposta fechada (Amaro et al, 2005).

Os questionários utilizados no contexto da presente investigação foram constituídos por respostas fechadas (rápidas e objetivas, construídas de acordo com a escala de Likert) e por respostas abertas. Em determinadas questões foi solicitado aos mesmos que justificassem as suas escolhas, para garantir que a resposta não fosse aleatória (Amaro et al, 2005). Adicionalmente, os questionários aplicados foram individuais e sempre no final das principais atividades investigativas, visando a obtenção de informação relativa ao modo de funcionamento dos grupos, principais aprendizagens, dificuldades sentidas e perceção do trabalho desenvolvido individualmente e em grupo. Solicitou-se aos alunos que respondessem a dois

questionários de opinião que procuravam incidir em aspetos relativos aos trabalhos sobre o Aquecimento global e as Chuvas Ácidas. Estes questionários, sendo constituídos por perguntas maioritariamente abertas, que fomentassem a exposição das ideias dos alunos sobre os conhecimentos que apropriaram, sobre a relevância que a atividade assumiu, aspetos mais e menos positivos, principais dificuldades e aspetos que gostariam de melhorar ou ter feito diferente. Os referidos questionários serviram para o investigador como importantes fontes de informação acerca da perceção dos alunos em relação ao seu trabalho (dos próprios alunos), em relação ao desempenho dos colegas e ainda em relação ao trabalho do próprio professor.

4.3.3. Documentos escritos

Para efeitos de estudo investigativo foram considerados como documentos escritos todos os registos escritos produzidos pelos alunos, desde as respostas escritas na atividade de diagnóstico, aos trabalhos apresentados ao longo das atividades até ao teste sumativo. A análise dos referidos documentos foi feita atendendo aos critérios de avaliação estabelecidos para cada documento, procurando-se averiguar as principais dificuldades sentidas pelos alunos, os fatores de maior interesse, as aprendizagens apropriadas e as competências desenvolvidas no decurso das atividades.

4.4. Calendarização do Procedimento de Recolha de Dados

O processo de recolha de dados realizou-se num período de cinco semanas, com início no dia 05 de fevereiro e final no dia 13 de Março. A intervenção foi apenas interrompida pela pausa letiva do Carnaval. Este processo de recolha compreendeu, conforme anteriormente referido, diversos instrumentos, utilizados com frequências distintas, dependentes da disponibilidade de tempo e necessidade do investigador. A Tabela 3 apresenta a calendarização da aplicação dos instrumentos de recolha de dados durante a intervenção.

Tabela 3 – Calendarização da recolha de dados durante a intervenção.

Recolha de Dados		Instrumentos	Data													
			05/02	06/02	18/02	19/02	20/02	25/02	26/02	27/02	04/03	05/03	06/03	11/03	12/03	13/03
Observação	Naturalista	Notas de campo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Estruturada	Grelhas de observação				x			x		x					
Documentos Escritos		Atividade de Diagnóstico	x													x
		Documentos produzidos pelos alunos									x				x	
		Questionário de Opinião														x
		Teste Sumativo												x		

4.5. Análise de Dados

Segundo Denzin (1994), os estudos de natureza qualitativa podem assumir, frequentemente, uma enorme variedade de dados e abundante informação, remetendo para os investigadores uma tarefa fundamental que é a de assumir o desafio de atribuir sentido aos dados recolhidos, ao conjunto de informações, procurando nunca desperdiçar a riqueza dos mesmos. Com efeito, a análise dos dados recolhidos constituiu um importante desafio para o investigador.

Atendendo à natureza essencialmente qualitativa dos dados recolhidos, a análise dos mesmos assumiu um carácter igualmente qualitativo. No entanto, como forma de análise complementar recorreu-se ainda a alguma análise quantitativa, através de um breve estudo estatístico, no sentido de facilitar a compreensão dos dados recolhidos.

Contudo, é fundamental realçar que as metodologias de investigação qualitativa apresentam diversas limitações, em relação às quais o investigador deve estar atento, nomeadamente: a perda de objetividade, o imenso tempo requerido para análise de informação abundante e a ação modificadora do investigador sobre o seu objeto de estudo, fruto do seu envolvimento com este (Goode & Hatt, 1969).

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No presente capítulo apresenta-se o resultado da investigação, nomeadamente, o resultado da atividade de diagnóstico realizada no início e no final da intervenção, a análise dos documentos produzidos pelos alunos, bem como a análise da respetiva apresentação oral realizada pelos diversos grupos, o resultado do teste sumativo, a análise dos questionários de opinião aplicado no final das atividades investigativas relacionadas com as Chuvas Ácidas e o Aquecimento Global. Apresenta-se igualmente as perceções da professora estagiária, com base em dados recolhidos através da observação naturalista, relativas às atividades II e IV.

5.1. Resultados das Atividades de Diagnóstico

A intervenção iniciou-se com a realização de uma atividade de diagnóstico e terminou de igual modo (Apêndice A – 1.^a aula). A realização da primeira atividade diagnóstico procurou servir um importante propósito: o de permitir ao professor ter uma perceção das principais competências investigativas e conhecimentos sobre o tema a estudar apropriados pelos alunos previamente à intervenção. Na fase final da intervenção, a realização da atividade de diagnóstico permitiu testar as aprendizagens realizadas pelos alunos em relação a alguns conceitos sobre a temática e, sobretudo, o desenvolvimento de competências investigativas, após a intervenção.

O teste diagnóstico foi constituído por quatro grupos de questões, estando cada um destes grupos subordinados a um dos grandes temas lecionados nesta intervenção. Com efeito, o grupo I relacionou-se com as grandes catástrofes, o grupo II relacionou-se com a problemática do dióxido de carbono e relação direta com as alterações climáticas. O grupo III abordou a problemática da destruição da camada de ozono e o quarto grupo a problemática das chuvas ácidas.

No Gráfico 1 são apresentadas as classificações individuais relativas ao teste de diagnóstico inicial (I) aplicado no início intervenção, dia 5 de fevereiro, e ao teste de diagnóstico final (F) realizado no dia 13 de março, último dia da intervenção, para efeitos comparativos.

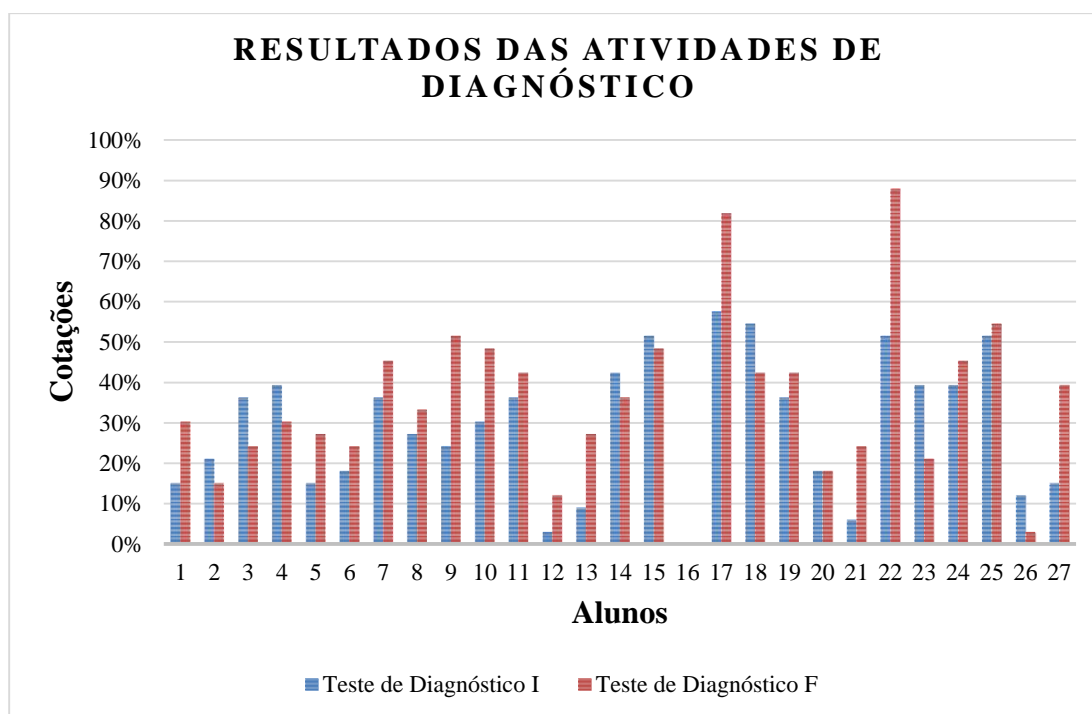


Gráfico 1 – Resultados das atividades de diagnóstico.

Quando comparados os resultados entre as duas atividades de diagnóstico, foi possível verificar uma ligeira subida nas notas dos alunos da primeira para a segunda atividade (média das classificações no teste de diagnóstico I = 29%; média das classificações no teste de diagnóstico F = 35%). Conforme se pode observar na Tabela 1e no Gráfico 1, verificou-se que 17 alunos (63%) apresentaram uma evolução positiva nas classificações. Pelo contrário, 8 alunos (29,6%) apresentaram piores prestações na atividade de diagnóstico final, quando comparados com a primeira atividade deste género. Finalmente, 2 alunos (7,4%) mantiveram as classificações em ambas as atividades. Importa realçar que a aluna identificada com o número 16 obteve classificação igual a 0 no primeiro e último teste de diagnóstico. Adicionalmente, é fundamental destacar que o número de alunos com classificação no intervalo de 0 e 25% diminuiu na segunda atividade, isto é, 11 dos alunos mais fracos foram capazes de melhorar as suas classificações na segunda atividade de diagnóstico.

Tabela 4 – Intervalos de classificações registados nas atividades de diagnóstico.

<i>Intervalo de classificações</i>	<i>Atividade de Diagnóstico I</i>	<i>Atividade de Diagnóstico II</i>
0% – 25%	12	9
25% – 50%	10	14
50 % – 75%	5	2
75% – 100%	0	2

O Gráfico 2, abaixo representado apresenta o somatório das pontuações obtidas pelos alunos para cada uma das questões em ambos os testes.

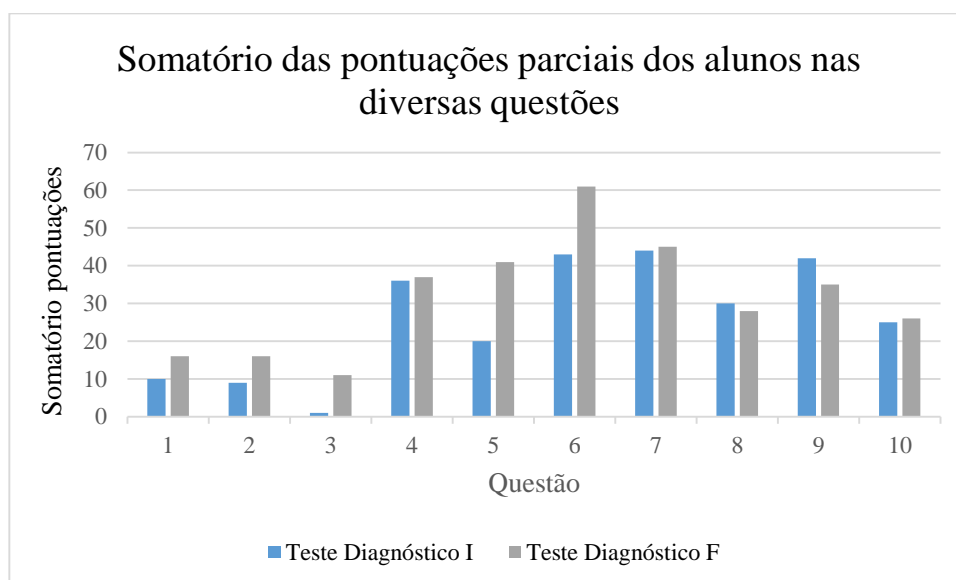


Gráfico 2 – Somatório das pontuações parciais obtidas pelos alunos nas atividades diagnóstico.

A partir da leitura do gráfico é possível averiguar que os alunos apresentaram pontuações mais baixas nas questões 1, 2, 3 em ambos os testes. Estas três primeiras questões exigiam o domínio, por parte dos alunos, de competências de raciocínio para a interpretação de gráficos, textos e o estabelecimento de relação entre a informação expressa no gráfico e conhecimentos científicos a apropriar (na primeira atividade de diagnóstico) ou apropriados (na atividade de diagnóstico final), nomeadamente, em relação às alterações climáticas. Contudo, apesar dos baixos resultados, verificou-se uma clara melhoria nestas três questões da primeira atividade diagnóstico para a segunda. As questões 4, 5, e 6 representantes das questões 2.2, 3.1 e 3.2,

respetivamente, constituíam questões de aplicação do conhecimento substantivo. Estas questões não apresentaram dificuldades para os alunos em ambos os testes, apesar da espectável melhoria de resultados no segundo teste. Igualmente, na questão 7, em que se solicitava aos alunos que identificassem a questão de investigação a partir da leitura de um texto, estes revelaram-se confortáveis com a tarefa. Em ambos os testes o nível de sucesso nesta questão foi muito elevado, embora superior na segunda atividade de diagnóstico. Relativamente às três últimas questões, que pretendiam avaliar competências de raciocínio inerentes às atividades investigativas, correspondiam ao planeamento de um procedimento experimental com enunciação do respetivo material e respetivas previsões associadas ao protocolo. Estas constituíram o grupo mais desafiante para os alunos. Conforme expresso no Gráfico 2, não se verificou uma melhoria significativa na resposta a estas questões de uma atividade para outra, manifestando-se nos dados uma clara dificuldade por parte dos alunos relativamente a estas tarefas. Na atividade de diagnóstico inicial cerca de 42% dos alunos obtiveram cotação nula nas três questões. Em relação à atividade de diagnóstico final, a percentagem correspondente foi de 38,2%. Com efeito, apesar do envolvimento evidente dos alunos nas atividades investigativas, estas representaram grandes desafios e até dificuldades para os mesmos. Mesmo após diversas semanas de trabalho em atividades investigativas, os alunos demonstraram grande dificuldade em elaborar um procedimento experimental e em prever os resultados de um trabalho experimental, à semelhança do referido por Leite e Esteves (2005). Importa realçar que o desenvolvimento de competências investigativas exige tempo e muita dedicação e, embora a dedicação dos alunos e do professor tenha sido grande, o tempo foi a maior limitação vigente nesta intervenção. Atendendo aos objetivos programáticos estabelecidos e às atividades planeadas seria necessário dispor de mais tempo de forma a acompanhar o ritmo de todos os alunos e trabalhar de modo mais aprofundado as competências investigativas e os próprios conteúdos. Para terminar, importa referir que a aula de realização da atividade de diagnóstico final foi muito tumultuosa e apressada. Diversos alunos pediram para sair mais cedo, pois pretendiam participar nas atividades da última semana do período, havendo tal facto constituído uma enorme condicionante à prestação dos mesmos na atividade de diagnóstico, bem como na resposta aos questionários de opinião a seguir apresentados.

5.2. Análise das Atividades

5.2.1. Atividade I – Aquecimento Global: A influência da temperatura na abundância de zooplâncton.

No presente subcapítulo apresentar-se-á os dados recolhidos ao longo da primeira atividade investigativa subordinada ao tema do Aquecimento Global. Proceder-se-á adicionalmente à análise dos referidos dados com o objetivo de compreender as principais competências desenvolvidas, as dificuldades observadas e as apreciações dos alunos em relação ao trabalho desenvolvido.

A referida atividade consistiu numa atividade laboratorial de cariz experimental, cujos dados para análise foram recolhidos com base em observação participante, com registo de notas de campo e observação estruturada, com recurso a grelhas de observação (ver Apêndice B) e ainda na análise de um documento escrito produzido pelos grupos no âmbito da atividade. Importa ainda referir que esta mesma atividade foi constituída por três fases essenciais: (1) construção do protocolo experimental, (2) Execução do protocolo experimental e (3) Comunicação dos trabalhos investigativos. Importa referir que dada a complexidade das tarefas, a enorme limitação de tempo e a inexperiência da professora estagiária, os dados obtidos para os pontos (1) e (2) foram registados com base em perceções gerais da própria, suportados pelos critérios de avaliação definidos e a grelha construída com base nesses mesmos critérios.

(1) Nesta primeira fase, os alunos foram avaliados pelas competências essencialmente de raciocínio que manifestaram. Os itens de avaliação constituíam as diversas fases de construção de um protocolo experimental. No primeiro item procurou-se avaliar a participação dos alunos na formulação da questão de investigação. Os alunos que se evidenciaram pela positiva foram os números 15, 18, 22 e 24, mas a generalidade dos alunos participou de forma ativa e entusiasta neste ponto, não evidenciando maiores dificuldades. Em relação ao segundo e terceiro itens, todos os alunos revelaram dificuldade em identificar qual a variável a ser modificada e que outras se deveriam manter, tendo sido essencial a participação da professora estagiária para a concretização destas etapas. Esta foi uma dificuldade manifestada ao longo de todas as atividades que envolveram a identificação de variáveis. Importa recordar os resultados obtidos em ambas atividades de diagnóstico, em que se procurou

avaliar esta competência, tendo-se verificado resultados igualmente baixos, apesar de terem melhorado na segunda atividade de diagnóstico. Esta melhoria é reveladora de que o trabalho desenvolvido nesta intervenção produziu efeitos e que é fundamental haver um trabalho continuado ao nível da promoção de competências investigativas, pois com a prática os alunos tornam-se potencialmente mais competentes. Uma vez identificadas as variáveis, os alunos foram capazes de justificar a necessidade de as manter constantes, nomeadamente os alunos 8 e 22, que se destacaram pela profundidade dos seus argumentos: *“É para termos a certeza que os resultados são só da temperatura e não de outra variável”* – aluno 22. Novamente, os mesmos alunos destacaram-se na formulação de previsões relacionada com a questão investigativa: *“Claro que a temperatura vai influenciar o número de indivíduos na água do lago”* – aluno 8, *“O número de indivíduos vai aumentar com a subida da temperatura”* – aluno 22. No entanto, a fundamentação destas previsões foi dada pelo aluno 17, pois mais ninguém foi capaz de avançar uma justificação.

No que concerne à construção colaborativa do procedimento experimental exequível e à identificação do material necessário, o nível de participação voltou a subir. Desta vez, os alunos todos os alunos pretenderam participaram, sendo de destacar as invenções dos alunos 1, 8, 18, 22, 23 e 24. Ao longo desta primeira parte foi-se assistindo à crescente motivação dos alunos, traduzida por solicitações para intervir. Este facto pode dever-se a uma familiarização crescente com a atividade, com a maior compreensão do tema e entusiasmo pela própria investigação, conforme é referido por Swarat (2008). Afinal, tratou-se de uma aula diferente, com uma ida ao lago e a execução de trabalho laboratorial, que os alunos manifestaram valorizar nos questionários de opinião.

(2) Na fase da execução do protocolo experimental, a professora estagiária e simultaneamente investigadora experimentou uma grande dificuldade em recolher os dados. Se por um lado a inexperiência era grande, por outro, a pouca autonomia dos alunos, que constantemente solicitavam ajuda, dificultou ainda mais a tarefa. No entanto, tendo por base a grelha de observação definida de acordo com os objetivos e critérios de avaliação, foi possível perceber que a generalidade dos grupos revelou pouca autonomia, natural por se tratar do primeiro trabalho laboratorial e experimental deste cariz que desenvolveram. Importa ressaltar, contudo, que alguns grupos, apesar de solicitarem a intervenção do professor, tentaram ser mais autónomos e que a

generalidade não apresentou dificuldades na identificação e manuseamento do material laboratorial, bem como nas contagens ou registo dos dados. Com efeito, apesar da inexperiência ao nível do trabalho laboratorial, os alunos demonstraram possuir algumas competências processuais, manifestadas pelo à vontade anteriormente referido com o material e com a tentativa de autonomia demonstrada.

Relativamente às competências sociais, a cooperação entre os elementos dos alguns grupos foi difícil. Os elementos de um dos grupos excluíram um outro elemento por desentendimentos prévios, tendo sido necessário intervir nesse momento, no sentido de chamar os alunos à razão e procurando fazê-los compreender que no trabalho é necessário ultrapassar divergências pessoais, pois não trabalharão sempre apenas com os amigos no futuro enquanto adultos. Contudo, não foram capazes de ultrapassar as divergências e foi necessário reestruturar o grupo. Mas, no final o saldo foi positivo, na medida em que houve momentos de partilha de conhecimento, de tarefas e de opiniões entre os vários elementos da maioria dos grupos, à semelhança por César (2000).

Para terminar, é importar salientar que o ambiente geral da aula foi de motivação e entusiasmo pelo trabalho, demonstrado pelas questões colocadas e pelo cuidado da maioria dos alunos em relação ao seu material. Importa ainda realçar o entusiasmo de alunos tradicionalmente mais desligados e conflituosos, como os alunos 21 e 16, que participaram entusiasticamente na execução das tarefas do procedimento.

(3) No que concerne ao documento escrito produzido pelos alunos, as classificações variaram entre os 55% e os 94%, com uma média igual a 68,6%. Verificou-se que dois grupos apresentaram problemas com os seus trabalhos. O grupo 7 não entregou trabalho, afirmando que não teve tempo para realizar o trabalho. O grupo 4 também não apresentou trabalho enquanto grupo. No entanto, após uma conversa de chamada de atenção, um dos elementos decidiu realizar o trabalho e entregá-lo sozinho. Na Tabela 5 encontram-se as respetivas cotações nos diferentes itens de avaliação e as classificações finais.

Relativamente ao primeiro critério, monitorização e reformulação, apenas três grupos aproveitaram a oportunidade de receber feedback em relação aos seus trabalhos. É de realçar, a partir da tabela que, os grupos que enviaram os trabalhos preliminares para apreciação obtiveram melhores classificações, pois tiveram a

oportunidade de rever a linguagem, corrigindo erros ortográficos, melhorar o conteúdo ao nível da correção científica e do tratamento da informação, itens que apresentaram maiores desafios para todos e ainda refletir sobre as suas prestações e sobre o trabalho desenvolvido, melhorando-o. Estes dados parecem corroborar os resultados da investigação desenvolvida por Black e Harrison (2001).

Tabela 5 – Classificações do documento escrito relacionada com o Aquecimento Global.

	Documento Escrito							Classificação Final (100%)
	Critérios							
Grupo	1	2	3	4	5	6	Total	
1	3	2	2	2	3	3	15	83%
2	1	2	1	2	2	3	11	61%
3	1	2	2	2	1	2	10	55%
4	3	3	2	3	3	3	17	94%
5	Não entregaram							--
6	1	2	2	2	2	3	12	66%
7	2	1	2	2	2	3	12	66%
Aluno 9	1	2	2	2	1	2	10	55%
8	Não entregaram							
Totais parciais	12	14	13	13	14	19	--	Classificação Média 68,6% (trabalhos entregues)
Critério 1 - Monitorização e Reformulação; Critério 2 - Linguagem; Critério 3 - Tratamento da informação; Critério 4 - Correção científica; Critério 5 - Clareza e Objetividade; Critério 6 - Organização e Estética;								Grupos: 1 – 4, 5, 8, 10 2 – 1, 12, 11 3 – 15, 17, 21 4 – 14, 19, 235 – 18, 24, 26, 27 6 – 3, 6, 7 7 – 20, 22, 25, 16 8 – 2, 9, 13

Crê-se que os alunos não aproveitaram a monitorização para reformulação devido ao momento em que realizaram os trabalhos – coincidente com época de testes em final de período. É de salientar ainda que a organização e estética do trabalho foi um aspeto muito valorizado pelos alunos. Na realidade, apesar do tema ser semelhante a todos os grupos, os diversos trabalhos entregues demonstravam criatividade e originalidade.

Importa ainda referir que, ao contrário do previsto, optou-se por não classificar a comunicação oral relativa a esta atividade, pois no dia de entrega e apresentação dos trabalhos diversos grupos alegaram ter confundido as datas, apesar dos avisos feitos em aulas anteriores, pedindo para adiar o prazo de entrega. Assim, apenas dois grupos apresentaram o trabalho no dia estipulado, mas as suas apresentações foram transformadas em importantes momentos para discussão dos conteúdos associados à temática e revisão de todo o processo investigativo desenvolvido. Embora se tenha perdido a oportunidade de avaliar a apresentação oral, crê-se, na verdade, que deste modo não se prejudicou todos os grupos, especialmente por estas datas serem coincidentes com épocas de testes e final de período.

Análise dos Questionários de Opinião Relativamente à Temática

Relativamente à apreciação das atividades feitas pelos alunos, apenas um aluno afirmou não ter gostado de realizar a atividade, afirmando que *“Não gostei, porque não fiz nada!”* – aluno 24. No entanto, os restantes alunos afirmaram ter gostado, apresentando justificações que foi possível agrupar em quatro categorias principais – os que gostaram de apropriar novo conhecimento, os que gostaram de aplicar o conhecimento a situações do dia-a-dia, os que gostaram de trabalhar em grupo e, por último, os que gostaram por terem tido a oportunidade de experimentar aulas diferentes. Citando as justificações apresentadas pelos alunos: *“Aprendi mais sobre o Aquecimento Global”* – aluno 17, *“Porque aprendemos mais sobre esta problemática”* – aluno 15, *“Porque sabemos o que está a acontecer pouco a pouco com o nosso planeta.”* – aluno 1, *“Porque o grupo funcionou e aprendi coisas novas”* – aluno 12, *“Foi a primeira vez que fizemos um poster científico e achei que correu bem. A ida ao lago foi divertida”* – aluno 19. Conforme referido por Swarat (2008), constatou-se que os alunos pareceram apreciar o trabalho desenvolvido pela familiaridade, pela relevância social e ambiental e inovação do tema em estudo.

Em relação ao que os alunos consideraram que correu melhor, 29% dos alunos referiu o trabalho de grupo como o ponto mais positivo. Cerca de 53% dos alunos afirmou ter apreciado o resultado final do seu trabalho. Os restantes 18% não referiram qualquer aspeto positivo, apresentando como justificação a não realização do trabalho escrito. Relativamente ao que consideraram ter corrido menos bem, 65% dos inquiridos considerou que nada correu mal. No entanto, um aluno manifestou-se descontente com o resultado final, afirmando: “*A conclusão não correu bem, faltavam os 13°C*” – aluno 17. Um outro aluno afirmou que “a comunicação da investigação aos colegas não correu bem” – aluno 19. Este aluno fez parte dos grupos que teve oportunidade de apresentar, contudo, nesse momento, apesar do evidente domínio da temática, demonstrado pela capacidade de argumentação perante as questões colocadas, não conseguiu apresentar o trabalho sem o ler, tendo ficado totalmente presa ao papel. Adicionalmente, um aluno referiu o conflito entre os elementos do grupo como o aspeto menos positivo. Por último, dois alunos que não entregaram trabalho referiram este aspeto como o menos positivo, afirmando que “*O trabalho não correu bem, porque não me esforcei.*” – aluno 10 e “*O trabalho não correu bem, porque não entregámos no dia certo*” – aluno 8.

Quando questionados acerca das principais aprendizagens apropriadas, 23,5% dos alunos referem as causas subjacentes à problemática, 23,5% mencionam as consequências, 35,3% referem as aprendizagens em geral relacionadas com a temática e 17,6% não respondem à questão. Citando os alunos: “*Agora conheço o que provoca o aquecimento global, porque pesquisei.*” – aluno 14, “*Aprendi que o aumento da temperatura influencia a vida dos seres vivos.*” – aluno 15, “*Aprendi mais sobre Daphnias (zooplâncton) e a fazer um poster científico.*” – aluno 19.

Relativamente às fases do trabalho investigativo em que os alunos sentiram maior dificuldade, o Gráfico 3 abaixo representado permite obter uma perspetiva das respostas dos alunos.

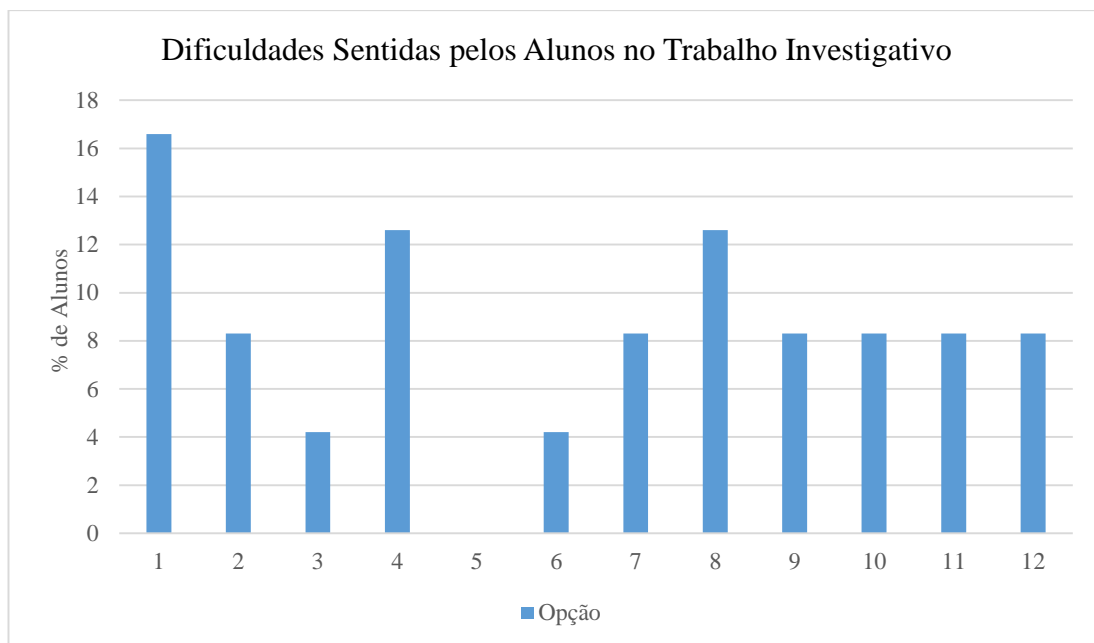


Gráfico 3 – Principais dificuldades sentidas nas diferentes etapas do trabalho investigativo.

Conforme é perceptível, 16,6% dos alunos afirmou sentir dificuldade na formulação da questão de investigação (opção 1). As segundas opções mais selecionadas, com 12,6% cada uma, foram as opções 4 e 8, correspondendo à execução do procedimento experimental e pesquisa e seleção de informação. Apenas dois alunos referiram a etapa da identificação de variáveis como uma das mais difíceis, apesar dos dados obtidos pela professora investigadora terem sido contraditórios com estes dados. Recorda-se que os alunos manifestaram grandes dificuldades nesta fase, no dia da aula de construção do protocolo experimental, tendo sido necessário a intervenção da professora e só um aluno é que foi capaz de responder corretamente à questão. Novamente, somente dois alunos manifestaram dificuldades em definir novas questões de investigação (“*Foi difícil construir boas perguntas novas.*” – aluno 14), outros dois na elaboração de um poster científico e, finalmente, dois no trabalho de grupo.

A partir dos dados supra apresentados é possível concluir que os alunos manifestaram dificuldades ao nível da definição da questão de investigação, na interpretação e análise da informação, sendo, de resto, concordante com os dados obtidos a partir do teste de diagnóstico e com o preconizado por Leite e Esteves (2005), conforme anteriormente referido. Igualmente, os alunos manifestaram sentir dificuldades na execução do procedimento experimental. Esta comprovou-se ser uma competência processual que os alunos precisam trabalhar, pois apesar da destreza no

manuseamento do material de laboratório, demonstraram pouca autonomia e inclusive falta de confiança os seus atos, tornando-se fundamental ser trabalhada com tempo.

Adicionalmente, as competências sociais também precisam de ser trabalhadas de forma contínua, pois em diversos grupos verificou-se pouca cooperação entre os elementos, falta de entendimento entre os mesmos e dificuldades na coordenação entre os mesmos, citando um aluno: *”Foi difícil o trabalho de grupo, pois um dia podia um, no outro não podia o outro.”* – aluno 24.

Os alunos foram ainda questionados acerca do que consideravam que poderiam ter feito melhor e 29,4% afirmou *“Nada. Correu tudo bem!”* – alunos 12 e 14. Igual percentagem de alunos afirmou que o resultado final do trabalho poderia ter corrido melhor: *“Podia ter posto mais imagens”* – aluno 1, *“Devia ter interpretado melhor o texto.”* – aluno 10. Cerca de 4% dos alunos mencionaram a dedicação ao trabalho como algo que deveriam ter feito melhor – *“Podia ter participado mais.”* – aluno 21, *“Devíamos ter feito o trabalho.”* – aluno 27. Finalmente, 37,2% dos alunos referiram que entendimento entre os elementos do grupo poderia ter sido melhor.

Para terminar, procurou-se saber quais as apreciações dos alunos em relação ao trabalho da professora – 88% dos alunos afirmou que a professora *“fez tudo bem”* – aluno 3. No entanto, dois alunos referiram que a professora deveria ter concedido mais tempo para a realização do trabalho, especialmente numa altura que não de testes (aluno 24). Contudo, por questões de planeamento e tempo tal não foi possível.

5.2.2. Atividade II – Atividade de consolidação baseada numa notícia de jornal: “Peixes podem ficar mais pequenos com aumento de temperatura dos oceanos

Os dados relativos à atividade II foram recolhidos com base na observação participante realizada pela professora estagiária. Com efeito, procurou-se direcionar a observação para o desenvolvimento das principais competências investigativas e sociais.

Relativamente às competências investigativas trabalhadas, essencialmente de raciocínio, os alunos manifestaram dificuldade em definir a questão investigativa a partir da leitura de um texto de introdução à temática quando a trabalhar com os seus pares. No entanto, quando se iniciou uma discussão em turma, em que se procurou

analisar e interpretar o texto, as ideias pareceram surgir, facilitando o envolvimento dos mesmos no tema e a construção de uma questão de investigação. A partir da interpretação conjunta do texto, os alunos pareceram sentir-se mais à vontade com as restantes questões. Novamente, a análise e interpretação de informação é uma competência que a ser desenvolvida, por ser tão essencial e transversal às diversas áreas da vida.

Importa referir que os alunos trabalharam em díade nesta aula e que, apesar da atividade ter sido implementada apenas em 45 minutos, foi perceptível um ambiente geral de motivação e trabalho, em que a maioria dos pares participaram, tendo as suas intervenções sido coerentes e oportunas. Simultaneamente, os alunos ao trabalhar em díades revelaram maior autonomia, não recorrendo com tanta frequência à ajuda do professor, conforme sugerido por César (2000).

5.2.3. Atividade III – Construção em grupo de um artigo científico subordinado ao tema das Chuvas Ácidas.

No presente subcapítulo apresentar-se-á os dados recolhidos ao longo da atividade subordinada ao tema das Chuvas Ácidas. Proceder-se-á, adicionalmente, à análise dos referidos dados com o objetivo de compreender as principais competências desenvolvidas, as dificuldades observadas e as apreciações dos alunos em relação ao trabalho desenvolvido.

A Tabela 6, abaixo representada, apresenta uma síntese das classificações obtidas pelos alunos nos trabalhos realizados, desde o documento escrito à comunicação oral. Encontram-se, igualmente, discriminadas as pontuações parciais obtidas pelos grupos nos diversos critérios, também eles apresentados na referida tabela e detalhadamente discriminados posteriormente (confrontar Apêndice B).

A partir da leitura da tabela é possível verificar que a média de classificações foi de 76,5%. A classificação mais alta situou-se nos 97,4%, para o grupo 3, e a mais baixa foi de 50%, para os grupos 2 e 6. O grupo 8, por desentendimentos entre os elementos, não apresentou trabalho, apesar das inúmeras advertências da professora.

Tabela 6 – Classificações dos trabalhos investigativos relativos às Chuvas Ácidas.

	Documento Escrito (60%)							Comunicação Oral (40%)					Classificação Final (100%)
	Critérios												
Grupo	1	2	3	4	5	6	Total	A	B	C	D	Total	
1	3	2	2	2	2	3	14	2	2	2	2	8	74,3%
2	1	2	1	2	1	2	9	1	2	1	2	6	50%
3	3	3	3	3	3	3	18	2	3	3	3	11	97,4%
4	1	3	3	3	3	3	16	2	3	2	3	10	87,2%
5	2	3	3	3	2	3	16	2	2	2	2	8	82,1%
6	1	2	2	1	1	2	9	2	1	2	1	6	50%
7	3	3	3	3	3	3	18	3	3	2	2	10	94,9%
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(não entregue)
Totais parciais	15	18	17	17	15	19	101	14	16	14	15	59	Classificação Média 76,5% (trabalhos entregues)
Critério 1 - Monitorização e Reformulação; Critério 2 - Linguagem; Critério 3 - Tratamento da informação; Critério 4 - Correção científica; Critério 5 - Clareza e Objetividade; Critério 6 - Organização e Estética; Critério A - Linguagem; Critério B - Correção científica; Critério C - Argumentação; Critério D - Clareza e Objetividade													Grupos: 1 – 4, 5, 8, 10 2 – 1, 12, 11 3 – 15, 17, 21 4 – 14, 19, 23 5 – 18, 24, 26, 27 6 – 3, 6, 7 7 – 20, 22, 25, 16 8 – 2, 9, 13

Relativamente ao trabalho escrito, importa referir que todos os alunos tiveram oportunidade de receber *feedback* em relação ao seu trabalho, através de uma monitorização intermédia. A referida monitorização, constituindo o critério 1, não foi aproveitada por todos os grupos. É fundamental referir que, os grupos que enviaram documentação para a monitorização viram os seus trabalhos melhorados, no que concerne aos conteúdos, à linguagem e correção científica, à semelhança do verificado para a atividade anterior e de acordo com o referido por Black e Harrison (2001).

Adicionalmente, é de salientar que os três grupos que não enviaram quaisquer dados para monitorização afirmaram não ter tido tempo para o fazer. De facto, a organização e entendimento entre os elementos dos grupos parece ser um ponto de grande dificuldade para os alunos, revelando pouca autonomia e organização na gestão do tempo e das tarefas.

Ainda em relação ao documento escrito, o critério cinco (Clareza e objetividade) teve uma cotação baixa. Este valor é indicativo de uma grande dificuldade dos alunos em organizarem e estruturarem as suas ideias e colocá-las por escrito. A partir da análise dos documentos escritos foi perceptível uma grande dedicação pelos alunos na estética e *design* dos trabalhos (critério seis), mas ao analisar em profundidade a escrita, a linguagem e estruturação das ideias são patentes grandes lacunas, havendo inclusive grande incidência de erros ortográficos.

Relativamente às competências de raciocínio definidas para esta atividade, os dados mostram que as mesmas foram desenvolvidas uma vez que os grupos em média apresentaram a nota máxima para estes itens (ver Tabela 6, critérios três e quatro). Parece, assim, evidente uma evolução nas competências de raciocínio expressas pelos alunos, nomeadamente ao nível da síntese, organização e seleção de informação, quando comparados com as primeiras atividades investigativas realizadas.

Importa ainda salientar que, dada a enorme limitação de tempo e inexperiência dos alunos, esta atividade foi orientada inicialmente pelo fornecimento de um guião de pesquisa para os alunos, contendo informação essencial que lhes permitissem dar resposta às questões orientadoras da investigação. Contudo, os alunos tiveram oportunidade de pesquisar imagens e informação adicional de forma livre e autónoma. Com efeito, a maioria dos grupos enriqueceu os seus trabalhos com dados pesquisados autonomamente, tendo-se verificado que o guião fornecido foi apenas um ponto de partida para a pesquisa, mas não a única fonte.

Relativamente à comunicação dos trabalhos investigativos, componente fundamental nas atividades investigativas planeadas, os dados revelaram-se surpreendentes. Embora os alunos tenham demonstrado capacidade de síntese e tratamento da informação escrita, no que concerne à oralidade, as dificuldades foram acrescidas. Conforme patente na Tabela 6, os alunos manifestaram dificuldade em

expressar oralmente os seus conhecimentos científicos e em aplicar a terminologia científica.

Adicionalmente, à semelhança do verificado por Reis (2004), foi patente uma enorme dificuldade em explicar as suas conceções acerca dos fenómenos. Estes resultados sugerem que é importante fazer um trabalho contínuo ao nível da comunicação oral, pois quando os alunos são obrigados a manifestarem-se sobre determinado tema, à semelhança do que acontecerá no seu futuro enquanto cidadãos, são confrontados com as suas próprias dificuldades e lacunas no conhecimento. É de referir ainda que alguns alunos não foram capazes de argumentar e apresentar o tema sem o apoio do papel. Esta dificuldade poder-se-á ter devido ao nervosismo inerente a uma comunicação perante a comunidade ou ao facto de possuírem pouco domínio dos conteúdos.

Relativamente às competências sociais, trabalhadas através das atividades em grupo, para a concretização de um trabalho coerente e profundo todos os elementos deveriam estar implicados. De acordo com os resultados, foi possível perceber que a maioria dos grupos funcionou bem, apesar de um dos grupos não ter funcionado de todo. Desta forma, é possível afirmar que houve partilha de conhecimento, de tarefas, gestão de conflitos e interesses na maioria dos grupos, ações inerentes à vivência e realização de trabalho colaborativo (César, 2000). Neste sentido, esta metodologia de trabalho deve ser fomentada e incentivada em trabalhos futuros, em detrimento de atividades individuais.

Análise dos Questionários de Opinião Relativamente à Temática

No que concerne à apreciação das atividade por parte dos alunos, um aspeto foi unânime: a totalidade dos alunos que responderam ao questionário de opinião (ver apêndice B) afirmaram ter gostado da atividade investigativa relacionada com as Chuvas Ácidas. Mas, quando lhes foi solicitado que justificassem a escolha, a variedade de respostas impôs-se em quatro principais categorias: 41,5% dos alunos afirmou ter gostado pela apropriação de novo conhecimento, 21% pela possibilidade de aplicação do novo conhecimento, 12,5% pelas atividades de grupo e, por último, 25% por terem vivenciado aulas diferentes. Citando os alunos: “*Gostei porque aprendi coisas novas*” – aluno 1, “*Aprendi como se formam as chuvas ácidas e quais são os emissores responsáveis*” – aluno 11, “*Gostei desta atividade porque me ajudou*

a entender melhor um fenómeno de que já tinha ouvido falar, mas não tinha investigado” – aluno 9, “Gostei porque o tema é interessante, principalmente a corrosão dos monumentos” – aluno 23, “Gostei de trabalharmos juntos e de sentir a adrenalina de ser investigadora” – aluno 20, “Gostei do trabalho de grupo” – aluno 27, “Gostei porque foi uma maneira diferente de aprender” – aluno 10.

Quando questionados acerca dos aspetos mais positivos do trabalho, 50% dos alunos referiram o trabalho de grupo: “*Soubemos dar-nos bem*” – aluno 3, “*Trabalhámos bem em equipa*” – aluno 4, “*Fiz alguma coisa pelo grupo*” – aluno 15, “*Correu bem o companheirismo no grupo*” – aluno 25. O aprofundamento do conhecimento foi a escolha de 12% dos alunos: “*O facto de saber como se formam as chuvas ácidas e os gases*” – aluno 8. Adicionalmente, 19% dos alunos afirmaram ter gostado da organização dos seus trabalhos, afirmando “O trabalho correu bem, porque esteve tudo organizado” – aluno 1, “*Gostei das questões e da organização do poster científico*” – aluno 19 e 8% dos alunos afirmaram ter gostado do resultado final do trabalho. Contudo, 11% dos alunos responderam não saber ou não ter encontrado aspetos positivos, dos quais dois destes alunos não participaram nas atividades de grupo, quer por desinteresse quer por conflitos no grupo.

Relativamente aos aspetos que correram menos bem, 46% dos alunos, surpreendentemente, afirmou que nada correu mal neste trabalho investigativo, escrevendo: “*Nada.*” – aluno 1. No entanto, para 12,5% dos alunos não houve tempo suficiente para a concretização do trabalho: “*O prazo deveria ter sido maior*” – aluno 8, “*O tempo, porque estamos numa altura de testes*” – aluno 24. Igual percentagem, 12,5%, afirmou ter tido dificuldades na organização do trabalho: “*Foi difícil sabermos como começar*” – aluno 15, “*A organização*” – aluno 25. Apenas dois alunos afirmaram não ter ficado totalmente satisfeitos com o resultado final do trabalho, um pela sua exigência pessoal (apesar da excelente nota que obteve) e outro porque não fez trabalho.

Importa ainda referir que 67% dos alunos afirmaram ter aprofundado o seu conhecimento substantivo relativamente à problemática das chuvas ácidas: “*Aprendi como as chuvas ácidas chegam aos locais que não têm indústrias*” – aluno 8, “*Aprendi muito quanto à origem das chuvas ácidas*” – aluno 5, “*Aprendi os efeitos das chuvas ácidas*” – aluno 14, “*Aprendi como as chuvas ácidas afetam a nossa vida sem darmos conta*” – aluno 23. Os restantes alunos (33%) não responderam à questão.

O Gráfico 4, abaixo representado revela as principais dificuldades sentidas pelos alunos nas diferentes fases do trabalho investigativo. Conforme é perceptível, as dificuldades mais escolhidas pelos alunos, com 13,1% cada uma, são as opções 2, 8 e 9, referindo-se, respetivamente, à análise e seleção de informação, definição de novas questões investigativas e elaboração de um cartaz científico. A opção 6, com 10,5% correspondente à identificação de medidas de prevenção e mitigação associadas à problemática. Seguidamente, os alunos escolheram as opções 3, 5, 11 e 12, com uma percentagem de 7,9% cada, correspondem, respetivamente, a previsão de cenários relacionados com a problemática, compreensão do processo de formação das chuvas ácidas, comunicação da investigação aos colegas e outros. Esta última opção está invariavelmente associada à falta de tempo ou à inexistência de dificuldades: “*Fizemos à pressa*” – aluno 21, “*Não senti dificuldades*” – aluno 23.

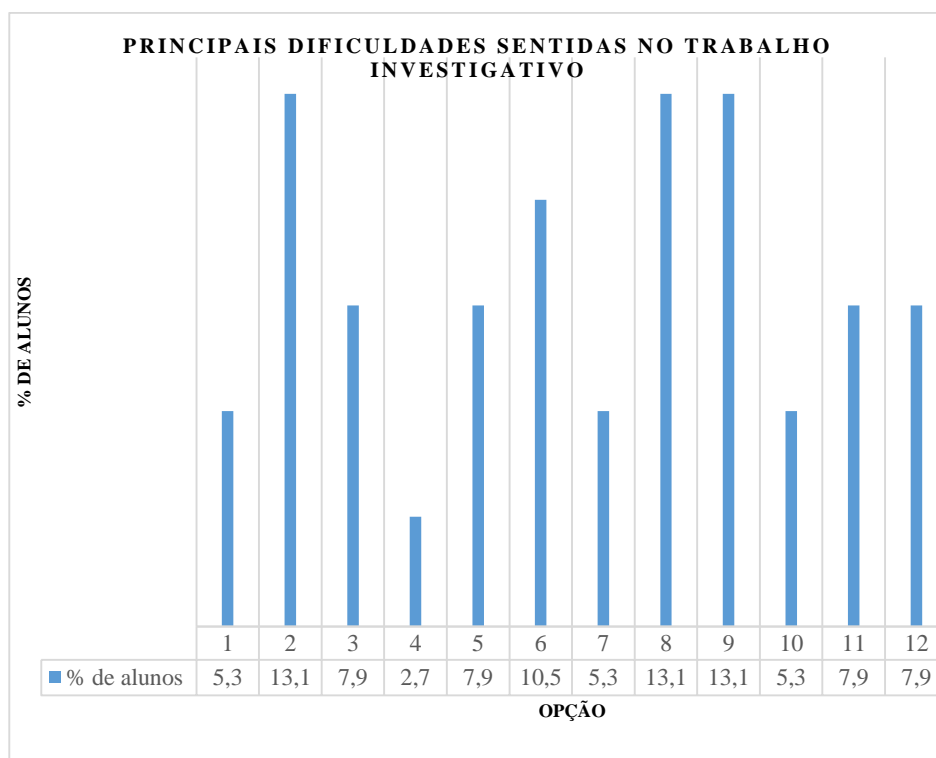


Gráfico 4 – Principais dificuldades sentidas nas diferentes etapas do trabalho investigativo.

Novamente, conforme referido por Esteves e Leite (2005), constatou-se a partir dos dados supra apresentados, que os alunos manifestaram dificuldades ao nível da interpretação e análise da informação, sendo, de resto, concordante com os dados obtidos a partir do teste de diagnóstico. Esta é uma competência que os alunos não têm ainda muito desenvolvida e que precisa de tempo e oportunidade para ser trabalhada.

O aluno 10 referiu que “*não tenho muita atenção a ler o texto e não sei interpretar bem*”. Também o aluno 25 referiu que teve “*dificuldades em entender o texto*”.

Ao mesmo tempo, a comunicação entre pares, uma importante competência social, também foi um ponto que constituiu um desafio. Diversos alunos referiram que “*não houve muita comunicação*” (alunos 4 e 9). Importa, mais uma vez, continuar a promover trabalho de grupo, capaz de fomentar a partilha de ideias e provocar conflito sociocognitivo, para que estas competências essenciais a uma cidadania responsável sejam desenvolvidas, sobretudo porque este tipo de trabalho parece ser do agrado dos alunos, promovendo o seu empenho e participação (César, 2000).

No questionário de opinião, os alunos foram questionados acerca do que consideravam que poderiam ter feito melhor e cerca de 58% afirmou que deveria ter dedicado mais tempo e atenção, no sentido de melhorar quer a prestação pessoal, quero o resultado do trabalho.

Para terminar, procurou-se saber quais as apreciações dos alunos em relação ao trabalho da professora – 33% dos alunos afirmou que a professora deveria ter concedido mais tempo para a realização do trabalho. No entanto, por questões de planeamento e tempo tal não foi possível. Os restantes 66,5% dos alunos afirmaram que a professora não deveria ter alterado nada: “*A professora não deveria ter feito nada diferente*” – aluno 2.

De uma forma geral, pode-se concluir que os alunos conseguiram atingir os objetivos desta atividade, na medida em que as classificações obtidas nos trabalhos foram bastante satisfatórias, denotando-se um evidente desenvolvimento de competências de raciocínio e sociais necessárias à realização de trabalhos com a qualidade dos apresentados, nomeadamente, a interpretação e análise de informação, a pesquisa de novos dados, a colaboração e trabalho em grupo. Apesar das dificuldades referidas anteriormente pelos alunos, o resultado dos trabalhos mostra que os alunos foram capazes de ultrapassar estas mesmas dificuldades para atingir os seus objetivos. Com efeito, esta parece ser uma estratégia de ensino a proporcionar aos alunos, na medida em que congrega a motivação e interesse destes com o desenvolvimento de competências investigativas e sociais.

5.2.4. Atividade IV – Destruição da Camada de Ozono – Aceitar ou não a oferta de duas sessões de solário? Atividade de discussão com tomada de decisão.

Os dados relativos à atividade IV foram recolhidos com base apenas na observação participante realizada pela professora estagiária. A observação foi, sobretudo, direcionada para perceber quais as principais competências que os alunos desenvolvem em atividades de discussão e tomada de decisão, as principais dificuldades sentidas pelos alunos e que percepções teve a professora investigadora em relação ao processo de ensino aprendizagem desenvolvido pelos alunos.

Apesar de não ter havido produção de qualquer documento escrito, os alunos foram colocados perante uma situação problema, que tiveram de interpretar e analisar, de forma a compreenderem a questão subjacente à problemática. Tratando-se da quarta atividade investigativa, os alunos manifestaram já facilidade em compreender qual o problema subjacente e em relacionar com a problemática ambiental, manifestando já relativa familiarização com a estrutura investigativa fundamental nesta intervenção. Naturalmente que, o facto de ser um caso de estudo familiar e próximo dos seus quotidianos, favoreceu envolvimento dos mesmos (Swarat, 2008). Assim, através da análise e interpretação e posterior pesquisa (efetuada de forma independente em casa) trabalharam e desenvolveram competências de raciocínio. A partir dos argumentos pesquisados foi possível perceber que os alunos se focaram em obter argumentos adequados à questão colocada. Estes apresentaram diversos argumentos, contra e a favor do uso de solários, lógicos, cientificamente corretos e esclarecedores para a tomada de decisão. Após a pesquisa, no momento da discussão, a maioria dos alunos que havia pesquisado em casa, apresentava já uma opinião formada em relação ao recurso aos solários. Assim, foi possível perceber que mesmo numa turma grande, como era o caso, em que os alunos manifestaram dificuldades nos trabalhos de grupo, foi possível realizar uma atividade de discussão em que imperou o respeito pelos colegas, pelos argumentos destes, pelas decisões e o ambiente geral foi de ordem, civismo e verdadeiro entusiasmo e participação. Crê-se que este seja um bom indicador da apropriação de competências sociais por parte dos alunos ao longo desta intervenção.

Na qualidade de professora estagiária, as duas aulas referentes a esta atividade foram muito enriquecedoras, pois apesar do receio inerente a uma atividade tão aberta, os alunos demonstraram ser muito respeitadores e motivados face à problemática.

5.3. Resultados do Teste Sumativo

O teste sumativo foi realizado no dia 11 de março, constituindo o segundo teste completo do segundo período. O mesmo foi construído pela professora estagiária e abarcou todo o subcapítulo das “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas”, com especial incidência nas principais perturbações da atmosfera. As questões presentes no referido teste foram construídas conforme o que se considerou terem sido competências investigativas e conhecimento substantivo trabalhados durante a intervenção. Analisando o sucesso de respostas aos diferentes itens e as competências que estes avaliam, importa realçar que:

- No grupo I, 100% dos alunos foram capazes de interpretar o gráfico representado, respondendo corretamente à questão 1.1. As restantes questões deste grupo avaliavam maioritariamente competências de conhecimento substantivo, não tendo representado grande dificuldade para a maioria dos alunos – cerca de 96 % dos alunos obtiveram uma parte ou a totalidade da cotação nestas duas questões.
- No grupo II, as respostas às questões implicavam a leitura e interpretação de um esquema. Verificou-se que cerca de 75% dos alunos foram capazes de identificar uma ou mais das perturbações do equilíbrio da atmosfera representadas, bem como os respetivos agentes químicos responsáveis pelo agravamento das perturbações e algumas das principais consequências para o meio ambiente. Contudo, cerca de 59% dos alunos manifestaram dificuldades em enunciar medidas de prevenção e mitigação associadas a uma das problemáticas representadas.
- Relativamente ao grupo III, todas as questões eram de escolha múltipla, com aplicação direta do conhecimento substantivo, à exceção da questão 3.3. Na referida questão era solicitado aos alunos a explicitação de uma relação entre dois fenómenos, implicando raciocínio, inferência e conhecimento substantivo. Nesta questão, 44% dos alunos obtiveram entre a maioria e a totalidade da cotação, enquanto 22% teve entre um e dois pontos de cotação.

- No que concerne ao grupo IV, a resposta às questões implicava a apropriação de competências investigativas. Nas questões 4.1 e 4.2, em que era solicitada a identificação de uma problemática ambiental veiculada numa notícia de jornal e o que havia sido observado pelos cientistas, respetivamente, cerca de 78% dos alunos enunciou parte ou a totalidade do pretendido. No que concerne às questões 4.3.1 e 4.3.2, cerca de 60% dos alunos foram capazes de planear uma parte ou a totalidade de um procedimento experimental e enunciar o respetivo material. Contudo, quando lhes foi solicitado que identificassem as variáveis a manter inalteradas e que fizessem uma previsão dos acontecimentos, apenas cerca de 32% foram capazes de responder com sucesso. Relativamente à questão 4.4, o solicitado é uma resposta capaz de explicar o processo de formação das chuvas ácidas, apenas 41% dos alunos foi capaz de explicar de a maioria ou a totalidade do pretendido.
- Finalmente, em relação ao Grupo V, na primeira questão os alunos deveriam identificar a questão de investigação, a partir da leitura de um texto – 48% dos alunos enunciaram parte ou a totalidade da questão. A terceira, quarta e quinta questões relacionavam-se, respetivamente, com a interpretação de resultados, a identificação de uma situação controlo e a aplicação do conhecimento adquirido a uma situação real. Cerca de 70% dos alunos foram capazes de responder em parte ou na totalidade à terceira e quinta questões. Contudo, apenas 33 % identificou o lote 3 como o controlo da experiência.

Em conclusão, o desempenho global dos alunos no teste sumativo foi muito próximo da positiva, com uma média geral das classificações nos 49%. Esta média não é positiva devido às classificações muito baixas de alguns alunos, que tradicionalmente apresentavam maiores dificuldades de concentração e de trabalho. Importa ainda referir que 63% dos alunos atingiram classificação positiva no teste, situando-se o intervalo de classificações entre os 15% e os 91%. É de salientar os resultados favoráveis relativamente à interpretação de gráficos, textos e esquemas – de acordo com os dados recolhidos, a totalidade dos alunos foi capaz de interpretar o gráfico do texto e a grande maioria foi capaz de interpretar o esquema do teste e o texto, enunciando corretamente a questão de investigação subjacente. Finalmente, é de referir que atendendo ao referido anteriormente, os alunos manifestaram menor dificuldade nas questões de explicitação do conhecimento substantivo e na identificação e

elaboração de questões investigativas a partir da leitura de textos introdutórios, do que nas restantes questões de carácter investigativo (Leite & Esteves, 2005). Novamente, se mais tempo houvesse para trabalhar estas competências, mais otimistas seria expectável que fossem os resultados.

6. CONCLUSÕES DO ESTUDO E REFLEXÃO CONCLUSIVA

6.1. Conclusões do Estudo

No presente capítulo serão apresentadas as principais conclusões e reflexões conclusivas relativas a este estudo. Importa recordar que para averiguar o impacto do recurso a problemáticas ambientais num contexto de atividades investigativas nas aprendizagens de alunos do 8.º ano sobre as perturbações no equilíbrio dos ecossistemas se procedeu à recolha e análise de informação. Neste sentido, foram definidas as seguintes questões orientadoras com o objetivo de orientar o processo investigativo e avaliar o referido impacto:

(1) Que competências desenvolvem os alunos quando realizam atividades de cariz investigativo centradas na temática “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”?

Importa salientar que as competências a trabalhar no âmbito desta intervenção foram definidas tendo por base a estrutura dos 5 E definida por Bybee et al. (2006). Neste sentido, conforme anteriormente referido, cada atividade foi pensada para que, a partir de uma problemática ambiental, os alunos pudessem vivenciar uma situação semelhante à dos cientistas nos seus quotidianos de investigação. Perante uma situação de desequilíbrio ambiental, os alunos, à semelhança dos cientistas, precisaram definir o problema subjacente a esse desequilíbrio e discurrir de que forma poderia investigar as causas, aprofundar o conhecimento sobre as consequências e conhecer medidas capazes de prevenir agravamentos ou mitigar esses mesmos desequilíbrios. Desta forma, trabalharam competências de raciocínio, através da interpretação de textos, da formalização de questões de investigação, do levantamento de hipóteses e previsões, da interpretação de resultados, construção de conclusões e formulação de novas questões investigativas. Pela análise dos resultados foi possível perceber que na primeira atividade de diagnóstico, à semelhança da atividade relacionada com o Aquecimento Global, os alunos manifestaram dificuldades na interpretação dos dados, na formulação de questões de investigação e no levantamento de hipóteses. No entanto, a partir dos dados recolhidos para os terceiro e quarto trabalhos investigativos, foi perceptível um maior à vontade na definição do problema investigativo e maior

facilidade relativa na interpretação da informação, apesar de assumirem que esta última continuou a representar uma enorme dificuldade.

Relativamente ao domínio das competências de conhecimento substantivo, os dados recolhidos a partir do teste sumativo permitiram concluir que os alunos obtiveram boas classificações nas perguntas de aplicação de conhecimento, demonstrando-se assim que estes atingiram a maioria dos objetivos de conhecimento estabelecidos para a intervenção, dados corroborados pelas classificações finais dos testes.

Importa ainda referir que nas diferentes atividades os alunos vivenciaram oportunidades de desenvolver competências de nível processual. Em particular, na atividade I, os alunos procuram encontrar as suas respostas para o problema através da conceção de um protocolo experimental, que os obrigou a ir ao laboratório, realizar trabalho prático, com manipulação de variáveis. Apesar de ter sido perceptível nesta situação de ensino aprendizagem que os alunos demonstraram pouca autonomia, simultaneamente, foi perceptível a habilidade destes no manuseamento do material e, sobretudo, entusiasmo e motivação perante a realização da atividade. Adicionalmente, estas competências processuais foram trabalhadas nas atividades das Chuvas Ácidas e Destruição da Camada de Ozono, na medida em que os alunos realizaram pesquisas bibliográficas, visando encontrar a informação necessária capaz de dar resposta aos seus problemas investigativos. A avaliar pelos dados recolhidos, verificou-se que os alunos foram capazes de pesquisar e selecionar informação em diferentes fontes coerente e adequada às questões investigativas, apesar da manifesta dificuldade em interpretar e tratar a mesma. Verificou-se ainda que os alunos, no final da intervenção, se tornaram mais competentes na análise e interpretação de informação presente em gráficos e imagens. Esta afirmação é corroborada pelos dados recolhidos a partir da atividade de destruição da Camada do Ozono e do teste sumativo, em que se observou uma clara evolução positiva.

Através da análise dos dados compreendeu-se ainda que as atividades realizadas possibilitaram o desenvolvimento de competências atitudinais, nomeadamente, a valorização da pesquisa de informação para a resolução de problemas, a importância de colaborar ativamente na realização de trabalhos em grupo, salientado por diversos alunos como uma atitude a melhorar em trabalhos futuros, a aceitação e respeito das opiniões de outros, conforme referido por César (2000).

Importa ainda realçar que o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade foi também alvo de reflexão nas diferentes atividades, tendo-se trabalhado com os alunos a importância de reconhecer, valorizar e refletir criticamente sobre esse mesmo impacto. Nesta perspetiva, o recurso às problemáticas ambientais, o enfoque nas suas causas, consequências e medidas de prevenção e mitigação foi um veículo fundamental para a promoção das referidas competências, na medida em que os alunos se sentiram mais envolvidos nas atividades e puderam investigar e refletir criticamente acerca da ação do homem, quer enquanto agente causador, quer enquanto agente mitigador. Estes dados parecem corroborar os resultados alcançados por Swarat (2008) e Simonneaux e Chouchane (2011), que afirmam que os alunos tendem a envolver-se mais nas diversas atividades quando os temas trabalhados são contextualizados e baseados na realidade, pois assim conseguem atribuir um significado prático aos temas em estudo.

Ainda em relação às competências sociais ou de atitudes, os resultados foram revelaram-se positivos, embora em alguns grupos tenham sido francamente negativos. Ao longo da intervenção foi perceptível uma evolução no comportamento dos alunos perante os seus pares – recordar que os alunos atribuíram grande importância ao trabalho de grupo nos questionários de opinião.

Quanto às competências de comunicação, os dados demonstraram que os alunos apresentaram dificuldades em comunicar as suas opiniões, especialmente se obrigados a explicar conceitos ou fenómenos. Os resultados mostraram ainda que os alunos comunicam mais facilmente por escrito do que oralmente. Estes dados são comprovados pelas classificações boas obtidas na avaliação dos trabalhos escritos e pelas dificuldades registadas na comunicação oral do trabalho das Chuvas Ácidas e nas atividades que envolveram o planeamento de trabalho experimental e discussão. Adicionalmente, estes dados parecem corroborar os resultados evidenciados por Reis (2004) e Lewis e Leach (2006), que afirmam que a falta de experiência em atividades de discussão e comunicação origina problemas na articulação do pensamento dos alunos. Nesta perspetiva, importa proporcionar de forma continuada aos alunos atividades de discussão de temáticas científicas, que os obriguem a verbalizar os seus argumentos e aprender ouvir e respeitar os seus pares.

(2) Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam as atividades de cariz investigativo propostas?

Ao longo da intervenção os alunos demonstraram ter maiores dificuldades em analisar e interpretar informação, quer se tratasse de informação contida num texto introdutório à temática que requeresse a definição de questões investigativas, quer se tratasse de informação pesquisada ou ainda se se tratasse de informação sob a forma de gráficos ou imagens. Uma outra dificuldade patente relacionou-se com a gestão do trabalho de grupo, a cooperação entre elementos e o cumprimento dos prazos – importa recordar que a comunicação dos trabalhos sobre o Aquecimento Global ficou comprometida com o incumprimento dos prazos. O planeamento e execução de protocolos experimentais também se revelou uma enorme dificuldade para os alunos – denotar que os resultados obtidos em ambas as atividades de diagnóstico foram baixos, apesar de se ter verificado uma ligeira evolução positiva. No entanto, a partir dos dados recolhidos foi possível verificar uma ligeira melhoria em cada um dos referidos pontos. Crê-se que esta melhoria poderia ter sido mais evidente se tivesse havido mais tempo e mais experiência por parte da professora estagiária. O desenvolvimento de competências tão complexas exige tempo, disponibilidade e persistência, ideais para uma intervenção a longo prazo. Embora os alunos já tivessem trabalhado no ano anterior com atividades de resolução de problemas, deveria ser concedido aos mesmos mais oportunidades para vivenciarem estas aulas que eles definiram como diferentes, de forma a ampliar o desenvolvimento de competências investigativas.

(3) Que apreciações fazem os alunos das atividades de cariz investigativo propostas?

A análise dos dados evidenciou que os alunos apreciaram as atividades implementadas, tendo-se esse gosto traduzido em motivação, empenho e envolvimento nas mesmas. Conforme anteriormente referido, os alunos consideraram as aulas diferentes, apreciaram as idas ao lago, o trabalho de grupo (apesar das dificuldades) e, sobretudo, apreciaram conhecer mais sobre o mundo e sobre problemáticas que afetam a todos.

Os trabalhos realizados e as notas observadas pela professora investigadora refletiram esse mesmo gosto e motivação. Porém, frequentemente os alunos referiram

a falta de tempo, a sobrecarga de testes e trabalhos e os conflitos entre elementos do grupo como aspetos menos positivos.

6.2. Reflexão Conclusiva do Estudo

Esta intervenção constituiu a minha primeira oportunidade profissional no ensino. Pela primeira vez, experimentei a responsabilidade de orientar um grupo de alunos, a responsabilidade de planejar e construir atividades atrativas para os mesmos, capazes de proporcionar momentos de verdadeira aprendizagem. Pela primeira vez também experimentei as dificuldades inerentes à gestão do tempo, à necessidade de adequação do planeamento à realidade da sala de aula, à necessidade de estudar para melhor orientar os alunos e, sobretudo, de atender às exigências únicas de cada elemento da turma. Nesta perspetiva, é compreensível que o impacto em mim, a diferentes níveis, tenha sido enorme e, conseqüentemente, as observações feitas, os dados recolhidos, as respetivas reflexões sejam reflexo dessa mesma inexperiência e ainda da grande limitação de tempo.

Contudo, a possibilidade de vivenciar uma experiência em contexto real, com a aplicação de uma estratégia de ensino audaz, como é o caso das atividades investigativas, constituiu para mim uma fonte quer de segurança quer de responsabilidade acrescida. Sob a estratégia IBSE procurei construir atividades investigativas diversificadas, centradas nos alunos, capazes de os envolver em pesquisa, em trabalho laboratorial e experimental e proporcionar-lhes verdadeiros desafios que os obrigassem a desinstalar, motivar e desenvolver competências essenciais às suas vidas adultas. No fundo, a partir da similaridade entre o seu trabalho (alunos) e o dos cientistas, os alunos puderam encontrar novo sentido para o seu próprio trabalho e trazer um pouco do mundo que os rodeia para a sala de aula – o seu laboratório de investigação. Os alunos puderam analisar diferentes situações, interpretar dados, colocar questões, pesquisar respostas para as mesmas, manipular variáveis, refletir e concluir e ainda comunicar os seus resultados. Neste sentido, considero um privilégio ter tido algum tempo e liberdade para implementar uma estratégia inovadora e ambiciosa, que é uma importante alternativa ao tradicional sistema de ensino por exposição. Porém, enquanto professora, a implementação da referida estratégia exigiu de mim uma capacidade acrescida de análise de inúmeros aspetos, como a replaneamento de atividades quando necessário, a preparação para

responder às dúvidas colocadas pelos alunos, a capacidade de prever diversos cenários, entre outros. Quanto maior a responsabilização e autonomia concedida aos alunos, maior a disponibilidade exigida ao professor para orientar, monitorizar e avaliar formativamente o trabalho desenvolvido por estes. Senti, ao mesmo tempo, a necessidade de conceder mais espaço à reflexão sobre a minha própria prática e, consequentemente, reconceptualizá-la caso necessário. Esta vivência profissional contradiz a imagem de professor passivo e inerte, frequentemente associada ao ensino em atividades investigativas (Eseryel & Law, 2012).

Finalmente, como aspeto mais positivo desta intervenção devo salientar o ambiente geral vivido em cada uma das atividades. Pelos questionários de opinião e pela minha perceção, verifiquei que os alunos estavam motivados, interessados e envolvidos naquele que foi o seu trabalho do dia-a-dia. Ao longo da intervenção, percebi esse entusiasmo pelas dúvidas colocadas, pela ânsia de responder às questões nas diferentes aulas, pelas pesquisas que efetuaram. Com efeito, como o entusiasmo é contagiante, procurei sempre responder às questões, dar espaço para discussões e intervenções, ao mesmo tempo que procurava transmitir que trabalhar e aprender pode ser uma atividade repleta de esforço, mas alegre e com gosto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. (2001). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção Ensino Experimental das Ciências. Departamento do Ensino Secundário.51-73.
- Almeida, P., Figueiredo, O. & Galvão, C. (2011). A Argumentação em tarefas de manuais escolares de Ciências Físicas e Naturais do 8º ano de escolaridade. *Atas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências/Braga*, Universidade do Minho, 2011.489-501.
- Amaro, A., Póvoa, A. & Macedo, L. (2005). *A arte de fazer questionários*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Departamento de Química.
- André, M. (2004). *Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional*. Brasília: Líber Livros.
- Antunes, C., Bispo, M. & Guindeira, P. (2010). *Novo Descobrir a Terra 8*. Porto: Areal.
- Asay, L. & Orgill, M. (2010). Analysis of essential features of inquiry found in articles published in the Science Teacher, 1998-2007. *Journal of Science Teacher Education*. 21(1), 57-58. Consultado em agosto de 2013, em <http://link.springer.com/article>.
- Aucamp, P., Bjorn, L. & Lucas, R. (2011). Questions and answers about the environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2010 assessment. (P. J. Aucamp, Ed.) Photochemical and Photobiological Sciences. The Royal Society of Chemistry.
- Azevedo M. (2004). Ensino por investigação: Problematisando as atividades em sala de aula. In Carvalho, A.M. (Org.), Azevedo, M.C. (Ed.), Nascimento, V. B. (Ed.), Cappechi, M. C. (Ed), Vannucchi, A. I. (Ed.), Castro, R. S. (Ed.), Pietrocola, M. (Ed.), Viana, D.M. (Ed.), Araújo, R.S. (Ed.), *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa à prática*. São Paulo: Thomson.19 – 32. Consultado em agosto de 2013 em <http://books.google.pt>.
- Barrow, L.H. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17 (3). 265-278.

- Bashkin, V. & Radojevic, M. (2003). Acid rain and its mitigation in Asia. *International Journal of Environmental Studies*, 60(3), 205-214
- Black, P. & Harrison, C. (2001). Feedback in questioning and marking: the science teacher's role in formative assessment. *School Science Review*, 82(301), 55–61.
- Bucheton, D. (2004). Faire discuter pour faire apprendre: pas si simple! In M. Tozzi & R. Etienne (Eds.), *La discussion en éducation et en formation - un nouveau champ de recherches*. p. 53-74. Paris: L'Harmattan.
- Bybee, R. W. 1997. *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, New H: Heinemann.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell e E. Van Zee, H. (Eds.), *Inquiry into inquiry: Learning and teaching in science*. Washigton: American Association for the Advancement of Science. 20-46.
- Bybee, R.W (2002). *Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum*. Em Cusik, J., Duval, C. & Smith, B (Eds). *Learning Science and the Science of Learning*. Arkington.NTA press. 25 – 35.
- Bybee, R.W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs, Colorado.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.170-180.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10 (3), 363-381.
- César, M. (2000). Interações sociais e apreensão de conhecimentos matemáticos: A investigação contextualizada. Em J.P. Ponte, & L. Serrazina (Eds.), *Educação Matemática em Portugal, Espanha e Itália - Atas da Escola de verão*. Ed.1 Lisboa: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências. p. 5-46.
- Costa, J. A. (1999). O papel da escola na sociedade atual: Implicações no ensino das ciências. *Millenium - Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu*, 15, 56-62.

- DeHAYES, D., Schaberg, P., Hawley, G., Strimbeck, G. (1999). Acid rain impacts on calcium nutrition and forest health, *BioScience*, 49(10), 789-800.
- Denzin, Norman K. (1994). The Art and Politics of Interpretation. In N. Denzin e Y. Lincoln (edits.), *Handbook of Qualitative Research*. California: SAGE, p. 500-515.
- Denzin, N. K., (2003). *Performance ethnography: Critical pedagogy and the politics of culture*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (2005). Introduction: The discipline and practice of qualitative research. In Denzin N. & Lincoln, Y.S. (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research. Ed. 2*. Thousand Oaks, California: Sage Publications. p. 1-29.
- Dias, C. M & Morais, J, A. (2004). Interação em sala de aula: Observação e análise. *Revista Referência*, (11), 49-58.
- Easterling, D. R., and M. F. Wehner (2009), Is the climate warming or cooling? *Geophysical Research Letters*, 36, L08706, doi:10.1029/2009GL037810.
- Eseryel, D. & Law, V. (2012). Effect of cognitive regulation in understanding complex science systems during simulation-based inquiry learning. *Technology, Instruction, Cognition, & Learning*, 9(1-2), 111-132.
- Félix, J., Sengo, I., Chaves, R. (2005). *Geologia 12*. Porto: Porto Editora.
- Figueiredo, O., Almeida, P., & César, M. (2004). O papel das metaciências na promoção da educação para o desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), artigo 5. Consultado em agosto de 2013, em <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes>.
- Galvão, Cecília. (2007). Práticas de pesquisa em educação ambiental em diferentes espaços institucionais - Educação ambiental em Portugal: Investigação sobre as práticas. *Pesquisa em educação ambiental* 2(1). 95 - 110.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T. & Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Gil, A.C. (2007) *Como elaborar projetos de pesquisa*. S. Paulo: Editora Atlas. Ed. 4. p..174.

- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., Faria, C., (2011). *Ensinar Ciências – Aprender Ciências. O contributo do Projecto Internacional PARSEL para tornar a Ciência relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora e Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Gokhale, A. (1997). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*. Consultado em agosto, 2013, através da fonte: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v7n1/gokhale.jte-v7n1.html>.
- Goode, J. & Hatt, P. (1969). *Métodos em pesquisa social*. São Paulo, Companhia Editora Nacional. Cap. 19, p.398-433.
- Hansen, J., Nazarenko, L., Ruedy, R., Sato, M., Willis, J., Del Genio, A., Koch, D., Lacis, A., Lo, K., Menon, S., Novakov, T., Perlwitz, J., Russell, G., Schmidt, G.A., and Tausnev, N. (2005). Earth's energy imbalance: confirmation and implications. *Science*, 308, 1431-1435.
- Harlen, W. (2007). *Assessment of Learning*, Sage, London. Consultado em agosto de 2013, em <http://books.google.pt/books>.
- Harlen W, Allende J. (2008). Report of the Working Group on the international collaboration for the assessment of IBSE. *IAP Science Education Programme*. Consultado em agosto de 2013, em www.interacademies.net/About.aspx
- Holloway, I.; Wheeler, S. (1996.) *Qualitative research for nurses*. Great Britain: Blackwell Science.
- IPCC (2001). Climate Change 2001 – The scientific Basis. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: University Press. p. 177.
- IPCC (2007). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: University Press.
- Johnson, B. & Christensen, L. (2004). *Educational Research Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches*. Consultado em agosto de 2013: http://www.southalabama.edu/coe/bset/johnson/dr_johnson/2lectures.htm.
- Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M.; Dourado, L.; Vilaça, M.T.; Silva, J.L.; Afonso, A.S; Baptista, J.M. (Eds.) *Trabalho prático experimental em ciências*. Universidade do Minho: Braga, 92-108.

- Leite, L. & Esteves, E. (2005). Análise crítica de atividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).
- Leite, Laurinda; Mendoza Rodríguez, José; Dourado, Luís; Soares, Filipa & Almeida, Sara (2010). Chuva e chuva ácida: Um estudo comparativo das concepções de estudantes minhotos e galegos. In E. Canalejas Couceiro & C. García Rodríguez (Coord.). *Boletín das Ciencias – XXIII Congreso de ENCIGA*. A Coruña: ENCIGA (Ensinantes de Ciencias de Galicia), pp. 1-11.
- Lessard-Hébert, M. (1996). *Pesquisa em Educação*. Lisboa: Instituto Piaget.98.
- Likens, G.E. (1985): An experimental approach for the study of ecosystem. *Journal of Ecology*, 73, 381-396.
- Lewis, J., & Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: the role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1267-1287.
- Martins, I. P. (Coordenadora), Costa, J. A. L., Lopes, J. M. G., Magalhães, M. C., Simões, M. O., & Simões T. S. (2001). *Programa de Física e de Química A 10.º ou 11.º ano do curso científico-humanístico de ciência e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Martins, I. (2002). Literacia científica: dos mitos às propostas. In A. C. Coelho, A. F. Almeida, J. M. Carmo & M. N. Sousa (Eds.). *Educação em Ciência, Anais do VII Encontro Nacional*. pp. 2-10. Portugal: Universidade do Algarve.
- Martins, E. (2007). *Uma perspetiva histórica do ensino das ciências experimentais*. Consultado em 20 de agosto de 2013, através de <http://side.utad.pt/cursos/storage/MESBGEBES/>.
- Mestre, J. P., & Cocking, R. R. (2000). The science of learning. *Special Issue of Journal of Applied Developmental Psychology*, 21.1–135.
- Moran, J. M. (2005). A pedagogia e a didática da educação on-line. In R. V. Silva & A. V. Silva (Eds.), *Educação, aprendizagem e tecnologia - um paradigma para professores do século XXI*. Lisboa: Edições Sílabo. pp. 67-93.
- Muñoz, G.T. (2003) - *El cuestionario como instrumento de investigación / evaluación*. Tomás García Muñoz, Almendralejo, Espanha. 28p. Disponível em:

- http://personal.telefonica.terra.es/web/medellinbadajoz/sociologia/El_Cuestionario.pdf em agosto de 2013.
- Nelkin, D. (Ed.) (1992). *Controversy: politics of technical decisions*. London: Sage Publications
- National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.23
- National Research Council (NRC) (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. J. D. Bransford, A. L. Brown and R. R. Cocking (Eds). Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Education Standards. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A guide for teaching and learning*. Washington, D. C.19.
- Ramos, M. (2004). *A literacia científica: uma necessidade urgente; um desafio à Escola. Contributo para o Painel – Aprendizagens Curriculares, Literacias e Bibliotecas Escolares*. THEKA Projeto Gulbenkian. Consultado em agosto de 2013, através de http://www.theka.org/docs/publicacoes/literacia_cientifica.pdf.
- Reis, M.C. (2002). *A Camada de ozono*. Consultado em agosto de 2013, através de <http://nатурlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=2166&ilingua=1>.
- Reis, P. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida*. Lisboa: DEFCUL [Dissertação de doutoramento, documento policopiado].
- Reis, P. (2011). *A Gestão do Trabalho em Grupo*. Coleção: Indução e Desenvolvimento Profissional Docente. Universidade de Aveiro.
- Roldão, M. C. (1999). Currículo e gestão curricular – o papel das escolas e dos professores. In Ministério da Educação (Ed.), *FORUM “Escola, diversidade e currículo”*. Lisboa: Departamento da Educação Básica e Instituto de Inovação Educacional.
- Roldão, M. C. (2009). *Estratégias de Ensino. O saber e o agir do professor*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão. p. 57.
- Salby, M. L., Titova, E. A., Deschamps, L. (2012), Changes of the Antarctic ozone hole: Controlling mechanisms, seasonal predictability, and evolution, *Journal*

- Geophysical Research. p. 117. Consultado em <http://www.ualberta.ca/eec/Salby.pdf>, agosto de 2013.
- Sant Anna-Santos, Francisco, B., Silva, L.C., Azevedo, A.A., Arango, J.M., Figueiredo Alves, E., Silva, E.A.M., Aguiar, R. (2006): Effects of simulated acid rain on the foliar micromorphology and anatomy of tree tropical species. *Environmental Experimental Botany*, 58, 158-168.
- Santos, L. (2000). A prática lectiva como actividade de resolução de problemas: Um estudo com três professoras do ensino secundário (tese de doutoramento, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Seinfeld, John H.; Pandis, S.N. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics - From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons. Consultado através de <http://www.knovel.com/web/portal/browse/display>, em agosto de 2013.
- Simonneaux, L., & Chouchane, H. (2011). The reasoned arguments of a group of future biotechnology technicians on a controversial socioscientific issue: human gene therapy. *Journal of Biological Education*, 45(3), 150-157.
- Smith, T. M., T. C. Peterson, J. H. Lawrimore, and R. W. Reynolds (2005), New surface temperature analyses for climate monitoring, *Geophysical Research Letters*, 32, L14712, doi:10.1029/2005GL023402.
- Singh, A. and M. Agrawal (2008). Acid Rain and its ecological consequences. *Journal of Environmental Biology*. 29 (1) 15-24.
- Sparks, R.E. (1996). Ecosystem effects: positive and negative outcomes. In *The Great Flood of 1993*. Changnon, S. Ed. Boulder. Colorado: Westview Press. Pp. 132–162.
- Spradley, J. (1980). *Participant observation*. New York: Rinehart and Winston.
- Swarat, S. (2008). What makes a topic interesting? A conceptual and methodological exploration of the underlying dimensions of topic interest. *Electronic Journal of Science Education*, 12(2), 1-26.
- Treagust, D. F. (2007). General instructional methods and strategies. In K. S. Abell & N. G. Lederman, *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Tripathi, A.K., Gautam, M. (2007). Biochemical parameters of plants as indicators of air pollution. *Journal of Environmental Biology.*, 28, 127-132.
- Tsujino, Y., Matsumoto, M., Komeji, T., Tanio, K., Kitamura, M., Hao, Z., Chen, S.L., Maeda, Y., Bandow, H. (1995): Acid deposition and material damage in eastern Asia. *Pure and Applied Chemistry*, 67, 1429-1433.
- Vanloon, G., Duffy, S.J. (2000). *Environmental Chemistry – a global perspective*, Oxford, University Press.
- Vieira, R.M. & Vieira, C.T. (2003). A formação inicial de professores e a Didática das Ciências como contexto de utilização do questionamento orientado para a promoção de capacidades de pensamento crítico. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(1), 231-252.
- WMO (World Meteorological Organization) (2007), *Global Ozone Research and Monitoring Project–Report*. Geneva, Switzerland.
- Yolanda, Patricia & Ester (s/d). *La lluvia ácida*. Disponível em: <http://platea.pntic.mec.es/~rmartini/acidrain.htm>, em agosto de 2013.

Sites Consultados:

- <http://www.epa.gov/acidrain/index.html> - consultado em agosto de 2013.
- <http://www.wired.com/science/planetearth/magazine/16-07/ff>) – consultado em agosto de 2013.
- http://static.publico.pt/fichas/ambiente/efeito_estufa.html) – consultado em agosto de 2013.
- <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/printall.php>) – consultado em agosto de 2013.
- <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap1/cap1-2.html> - consultado em agosto de 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANOS DAS AULAS

PLANO DA 1.ª AULA – 5 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa

SUMÁRIO: Perturbações no equilíbrio dos Ecossistemas – Teste de diagnóstico

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula; 2. Realização do teste de diagnóstico.	Mobilizar conhecimentos associados à temática das perturbações no equilíbrio dos ecossistemas.	_____	Teste de diagnóstico.

PLANO DA 2.ª AULA – 6 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 90' **TURMA:** completa

SUMÁRIO: Catástrofes Naturais e Antropogénicas – Visionamento e Exploração de imagens relacionadas com a temática.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>1. Escrita do sumário da aula;</p> <p>2. Introdução ao tema e explicitação dos objetivos da aula: exposição e discussão de imagens sobre catástrofes.</p> <p>3. Construção colaborativa de uma tabela (Apêndice B), com as principais catástrofes naturais e antrópicas, respetivas causas, consequências e medidas de prevenção e mitigação.</p> <p>4. Breve síntese do trabalho efetuado na aula.</p> <p>5. TPC – pesquisa das medidas de prevenção e mitigação associadas às catástrofes.</p>	<p>Distinguir perturbações do ecossistema de origem natural e antrópica.</p> <p>Reconhecer as consequências das diversas catástrofes.</p> <p>Conhecer medidas de prevenção e mitigação das diversas catástrofes.</p> <p>Reconhecer que as perturbações podem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas.</p> <p>Compreender o conceito de poluição.</p>	<p>Analisar e interpretar dados a partir da exposição de imagens (Envolver / Explorar).</p> <p>Discutir situações problemáticas, evidenciando pensamento crítico e fundamentação lógica (Explorar).</p> <p>Desenvolver o respeito pelas ideias, explicações e argumentos dos colegas de turma.</p>	<p>- Projeção em datashow de uma apresentação em PowerPoint;</p> <p>- Quadro branco e canetas;</p> <p>- Ficha de trabalho: “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas – Tabela de síntese”.</p>

PLANO DA 3.^a AULA – 18 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 90' **TURMA:** completa

SUMÁRIO: Catástrofes Naturais e Antropogénicas – Medidas de prevenção e mitigação. Introdução à primeira atividade investigativa.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>1. Escrita do sumário da aula e verificação dos trabalhos de casa;</p> <p>2. Projeção da imagem de cada catástrofe e discussão das medidas de prevenção e mitigação pesquisadas. Síntese do trabalho efetuado, com recurso ao questionamento.</p> <p>3. Introdução ao estudo de caso do zooplâncton – explicitação das regras, critérios de avaliação e enquadramento na problemática do Aquecimento Global.</p>	<p>Distinguir perturbações do ecossistema de origem natural e antrópica.</p> <p>Conhecer medidas de prevenção e mitigação das diversas catástrofes.</p> <p>Reconhecer que as perturbações podem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas e a sobrevivência das populações humanas e outras espécies.</p>	<p>Analisar e interpretar informação de fontes de diversas, demonstrando capacidade de síntese da mesma (Explorar).</p> <p>Discutir situações problemáticas, evidenciando pensamento crítico e fundamentação lógica (Explorar).</p> <p>Desenvolver o respeito pelas ideias, explicações e argumentos dos colegas de turma.</p> <p>Evidenciar uma perspetiva própria sobre o papel da Ciência, Tecnologia e Sociedade na temática das catástrofes (Elaborar).</p>	<p>- Projeção em datashow de uma apresentação em PowerPoint.</p> <p>- Quadro branco e canetas.</p> <p>- Ficha de trabalho: “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas – Tabela de síntese”.</p>

PLANO DA 4.^a AULA – 19 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 90' **TURMA:** completa

SUMÁRIO: Aquecimento global – Primeira parte da investigação experimental acerca do estudo de caso do zooplâncton.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>– Primeiros 45' da aula:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Escrita do sumário da aula. 2. Organização dos alunos em 8 grupos. 3. Distribuição dos cadernos de investigação, com 5' de leitura em grupo do texto de enquadramento e resposta à 1.^a questão. 4. Breve resumo do texto, com recurso ao questionamento dos alunos. 5. Construção conjunta das 8 respostas seguintes, correspondentes ao planeamento da atividade experimental. 	<p>Observar o zooplâncton presente na água do lago.</p> <p>Conhecer a definição de zooplâncton.</p> <p>Contar o número de indivíduos presentes na amostra observada.</p> <p>Recordar o conceito de fator abiótico (FA), definindo-o.</p> <p>Compreender a influência dos fatores abióticos na abundância do zooplâncton.</p>	<p>Conhecer e compreender o problema que serve de mote à atividade a ser desenvolvida (Envolver);</p> <p>Formular uma questão investigativa que relacione a temperatura com a abundância de zooplâncton (Envolver).</p> <p>Compreender que as questões de investigação devem ser investigáveis;</p> <p>Planear uma investigação científica para responder à questão formulada, exequível na escola (Explorar).</p> <p>Compreender que para investigar um mesmo problema podem construir-se diferentes procedimentos experimentais (Exploração).</p>	<p>- Caderno de investigação “Aquecimento Global – aumento da temperatura pode provocar a diminuição das populações de seres marinhos”.</p> <p>- Quadro branco e canetas.</p> <p>- Critérios de Avaliação para o Aluno.</p> <p>- Material constante do protocolo definido no caderno de investigação.</p>

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>– Segundos 45' de aula:</p> <p>6. Ida ao lago da escola para recolha da água a investigar.</p> <p>– Execução do protocolo experimental pelos 8 grupos da turma.</p>	<p>Reconhecer a importante influência das alterações climáticas na sobrevivência das espécies.</p> <p>Identificar as variáveis em estudo.</p>	<p>Compreender a necessidade de manter controlados todos os FA, exceto o FA em investigação.</p> <p>Formular previsões e fundamentá-las (Explorar).</p> <p>Decidir acerca da melhor estratégia/estratégias de registo dos resultados (Explorar);</p> <p>Executar, colaborativamente, o procedimento experimental, evidenciando respeito pelas opiniões dos colegas (Explorar).</p>	<p>- Grelha de observação para o professor.</p>

PLANO DA 5.^a AULA – 20 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa

SUMÁRIO: Aquecimento global – Efeito de Estufa (EE), gases de EE, alterações climáticas nos últimos 1000 anos.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula. 2. Breve resumo da atividade da aula anterior. 3. Enquadramento da atividade na temática do aquecimento global, com a leitura do texto e questionamento dos alunos. 4. Atividade prática em díade de papel e lápis. 5. Discussão oral das respostas dos alunos e síntese dos conceitos essenciais.	Identificar gases de efeito de estufa (GEE). Identificar atividades humanas emissoras de GEE. Relacionar o incremento da concentração de GEE com o aumento do efeito de estufa. Explicar de que forma o aumento do efeito de estufa pode promover a subida da temperatura. Reconhecer a importante influência das alterações climáticas na sobrevivência das espécies.	Identificar o problema investigativo, a partir da leitura do texto (Envolver); Evidenciar compreensão da informação contida numa notícia, através da identificação dos procedimentos e resultados de uma investigação científica (Envolver / Explorar). Analisar e interpretar informação a partir de gráficos. Expressar conhecimento em relação às atividades humanas que contribuem para o agravamento do efeito de estufa (Explicar).	- Ficha de trabalho “Aquecimento Global – peixes podem ficar mais pequenos com o aumento da temperatura dos oceanos”. - Quadro branco e canetas. - Projecção em datashow de uma apresentação em PowerPoint. - Manual adotado

PLANO DA 6.^a AULA – 25 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa

SUMÁRIO: Teste sumativo parcial. Aquecimento global: efeito de estufa, GEE, variação da temperatura média da terra nos últimos 1000 anos. Medidas de prevenção e mitigação desta problemática.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Primeiros 20' da aula: 2. Teste sumativo parcial referente à unidade – Fluxo de energia e ciclo de matéria. 3. Restantes minutos: 4. Resumo dos conceitos da aula anterior. 5. Análise e interpretação de um esquema do efeito de estufa na atmosfera. Questionamento dos alunos.	Identificar gases de efeito de estufa (GEE). Reconhecer os GEE como substâncias naturais. Compreender a importância vital do efeito de estufa. Compreender que os gases de efeito de estufa, apesar de naturais, podem ser poluentes se a sua concentração for superior ao normal. Identificar atividades humanas emissoras de GEE. Relacionar o incremento da concentração de GEE com o aumento do efeito de estufa e consequente subida da temperatura.	Analisar e interpretar informação a partir de gráficos e esquemas. Evidenciar articulação entre as aprendizagens desenvolvidas através do reconhecimento de que o efeito de estufa é natural, provocado por gases específicos, também eles naturais, mas potencialmente nocivo para os seres vivos se em excesso (Explicar / Elaborar).	- Ficha de trabalho “Aquecimento Global – peixes podem ficar mais pequenos com o aumento da temperatura dos oceanos”. - Quadro branco e canetas.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>6. Construção da resposta à última questão da ficha, de forma colaborativa.</p> <p>7. Análise e discussão em turma do gráfico: Variação da temperatura dos últimos 1000 anos.</p> <p>8. Abordagem das medidas essenciais de prevenção e mitigação da problemática.</p> <p>9. Resumo dos principais conceitos da aula.</p>	<p>Analisar a variação da temperatura nos últimos 1000 anos – alternância de períodos de aquecimento com períodos de arrefecimento; causas prováveis associadas e consequências.</p> <p>Refletir acerca dos limites de validade da afirmação “O homem é o único responsável pelas alterações climáticas”.</p> <p>Compreender que a variação da temperatura do planeta deve ser estudada num período de tempo alargado, numa perspetiva pluridisciplinar, e não apenas atendendo a dados recentes (natureza da ciência).</p> <p>Refletir acerca da validade dos resultados obtidos pela investigação científica, relativamente ao aquecimento global para um período curto (natureza da ciência).</p> <p>Discutir acerca das principais medidas de prevenção e mitigação ao alcance de cada um de nós.</p>	<p>Compreender que, apesar das notícias alarmantes acerca das alterações climáticas, este não é um processo recente, tendo-se já verificado anteriormente por causas naturais (Explicar / Elaborar).</p>	<p>- Projeção em datashow de uma apresentação em PowerPoint.</p>

PLANO DA 7.^a AULA – 26 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** dividida em dois turnos.

SUMÁRIO: Aquecimento global: segunda parte da investigação experimental acerca do estudo de caso do zooplâncton.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula. 2. Síntese dos conceitos da aula anterior. 3. Enquadramento da aula na atividade geral. Apresentação dos critérios de avaliação do trabalho investigativo e exemplos de Posters científicos. 4. Explicitação do objetivo da aula (contagem do nº de indivíduos após uma semana de influência do fator abiótico temperatura). 5. Execução do procedimento experimental. 6. Análise, em grupo, dos resultados e construção das conclusões, seguida da comunicação oral dos resultados e conclusões.	Contar o número de indivíduos após uma semana de influência do fator abiótico temperatura. Relacionar a influência do fator abiótico temperatura com a abundância de zooplâncton. Construir as conclusões, cruzando os resultados com as previsões. Formular novas questões investigáveis relacionada com a problemática.	Executar, de forma colaborativa, o procedimento experimental, evidenciando respeito pelas opiniões dos colegas (Explorar). Analisar crítica e logicamente os resultados obtidos (variação da abundância com a temperatura) (Explorar). Tomar consciência dos limites de validade das conclusões, devendo evitar-se generalizações (Explicar). Compreender a importância do controlo de variáveis e do rigor na validação das conclusões e minimização da subjetividade (Explicar).	- Caderno de investigação: Caso de estudo do zooplâncton. - Quadro branco e canetas. - Critérios de Avaliação para a comunicação dos resultados experimentais. - Material constante do protocolo definido no caderno de investigação. - Grelha de observação para o professor.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>7. Formulação de novas questões investigativas.</p> <p>8. Síntese final dos conceitos.</p> <p>9. Recordar: apresentação dos Posters (dia 12 de março) e monitorização (dia 5 de março).</p>	<p>Desenvolver uma consciência dos limites de validade das conclusões, evitando a generalização.</p>	<p>Construir conclusões, cruzando os resultados com as explicações / previsões avançadas (Explicar).</p> <p>Comunicar os resultados e explicações de forma fundamentada (Explicar).</p> <p>Formular novas questões de investigação a partir das conclusões (Elaborar).</p>	

PLANO DA 8.^a AULA – 27 DE FEVEREIRO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa.

SUMÁRIO: Chuvas Ácidas: primeira parte do trabalho investigativo. Processo de formação, causas, consequências e medidas de prevenção e mitigação relativas à temática.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula. 2. Síntese dos conceitos da aula anterior. 3. Apresentação do novo trabalho investigativo, com questionamento dos alunos para averiguação dos seus conhecimentos do tema. 4. Formação de grupos, atribuição do tema a investigar e da “enciclopédia do investigador”. 5. Designação de tarefas individuais dentro de cada grupo para as tarefas dentro e fora da aula. 6. Apresentação dos critérios de avaliação e início dos trabalhos.	Compreender a origem e formação das chuvas ácidas. Compreender que pode ocorrer precipitação ácida em zonas onde não há emissão de poluentes. Identificar diversas consequências das chuvas ácidas nos ecossistemas.	Identificar o problema investigativo, a partir da leitura de um texto (Envolver). Compreender que a situação problema apresentada pode ser respondida através de uma investigação (Envolver). Analisar e selecionar informação de fontes diversas, de forma a responder às questões orientadoras (Explorar). Construir, de forma colaborativa, o “artigo científico”, evidenciando respeito pelas opiniões dos colegas (Explorar / Explicar).	- Enciclopédia do investigador. - Notícias adaptadas de jornal de introdução ao tema. - Quadro branco e canetas. - Critérios de avaliação para a comunicação dos trabalhos.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
7. Breve sínteses conceitos e datas essenciais para a apresentação.	Enunciar medidas de prevenção e mitigação da problemática.	Comunicar os resultados e conclusões de forma fundamentada (Explicar). Formular novas questões de investigação a partir das conclusões (Elaborar).	- Grelha de observação para o professor.

PLANO DA 9.ª AULA – 4 DE MARÇO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa.

SUMÁRIO: Chuvas Ácidas: segunda parte da atividade investigativa (comunicação dos trabalhos de investigação).

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula e síntese dos conceitos da aula anterior. 2. Comunicação dos trabalhos investigativos pelos diversos grupos, seguida de discussão. 3. <i>Feedback</i> em relação aos trabalhos segundo o conteúdo científico, a comunicação e atitudes. 4. Síntese através da construção colaborativa de um mapa com os conceitos essenciais referentes à problemática das chuvas ácidas (atividade a concluir na aula seguinte).	Compreender a origem e formação das chuvas ácidas. Compreender que pode ocorrer precipitação ácida em zonas onde não há emissão de poluentes. Identificar diversas consequências das chuvas ácidas nos ecossistemas. Enunciar medidas de prevenção e mitigação da problemática.	Identificar o problema investigativo, a partir da leitura de um texto (Envolver). Analisar e selecionar informação de fontes diversas, de forma a responder às questões orientadoras (Explorar). Comunicar os resultados e conclusões de forma fundamentada e rigorosa (Explicar). Formular novas questões de investigação a partir das conclusões (Elaborar).	- Quadro branco e canetas. - Critérios de avaliação para a comunicação dos trabalhos. - Grelha de observação para o professor. - Artigos científicos dos alunos.

PLANO DA 10.^a AULA – 5 DE MARÇO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** dividida em dois turnos.

SUMÁRIO: Chuvas Ácidas: atividade de síntese. Introdução à problemática ambiental da destruição da camada de ozono.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula. 2. Correção, com questionamento, do mapa de conceitos, alternando com a apresentação em PowerPoint. 3. Apresentação do estudo de caso da Manuela Costa, com questionamento para percepção das concepções prévias dos alunos. 4. Apresentação do folheto “ <i>Helius</i> Estética – Utilizar ou não a oferta do folheto?”. 5. Para casa - pesquisar cinco argumentos contra e a favor da utilização da oferta do folheto e preenchimento do questionário de avaliação.	Compreender a origem e formação das chuvas ácidas. Compreender que pode ocorrer precipitação ácida em zonas onde não há emissão de poluentes. Identificar diversas consequências das chuvas ácidas nos ecossistemas. Enunciar medidas de prevenção e mitigação da problemática. Destruição da camada de ozono e importância da mesma.	Evidenciar capacidade de organização dos conceitos, através da construção do mapa (Explorar). Identificar o problema investigativo, a partir da leitura de um texto (Envolver). Evidenciar pensamento crítico e lógico face à estreita relação tecnologia, ciência e sociedade (Envolver).	- Quadro branco e canetas. - Projeção em datashow de uma apresentação em PowerPoint. - Folheto <i>Helius</i> Estética e texto “Caso Manuela Costa”.

PLANO DA 11.^a AULA – 6 DE MARÇO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa.

Sumário: Destruição da camada de ozono: causas, consequências e medidas de prevenção e mitigação. Síntese das perturbações da atmosfera.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>1. Escrita do sumário da aula e recolha das fichas de auto e heteroavaliação sobre as chuvas ácidas.</p> <p>2. Breve resumo da atividade iniciada na aula anterior.</p> <p>3. Questionamento dos alunos e construção de uma tabela com os argumentos pesquisados contra e a favor da utilização da oferta do solário.</p> <p>4. Tomada de decisão: utilizar ou não a oferta do folheto? – Resumo das ideias essenciais, com questionamento dos alunos e projeção de uma apresentação PowerPoint.</p> <p>5. Apresentação de uma notícia de jornal para aplicação dos conhecimentos: níveis de UV no Porto.</p>	<p>Recordar a importância da camada de ozono (CdO) e o processo de colonização terrestre com as mudanças da atmosfera.</p> <p>Identificar os agentes que provocam a destruição da CdO.</p> <p>Conhecer as consequências associadas à destruição da CdO.</p> <p>Reconhecer a destruição da CdO como consequência da ação do homem.</p> <p>Enunciar medidas de prevenção e mitigação da problemática.</p>	<p>Analisar e selecionar informação de fontes diversas, de forma a desenvolver argumentos contra e a favor da utilização dos solários (Explorar).</p> <p>Comunicar argumentos lógicos e fundamentados, evidenciando capacidade de tomada de decisão (Explicar).</p> <p>Formular novas questões de investigação a partir das conclusões e de uma notícia de jornal (Elaborar).</p> <p>Revelar respeito pelas opiniões dos colegas.</p>	<p>- Quadro branco e canetas.</p> <p>- Projeção em datashow de uma apresentação em PowerPoint.</p> <p>- Folheto <i>Helius</i> Estética e texto “Caso Manuela Costa”.</p>

PLANO DA 12.^a AULA – 11 DE MARÇO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa.

Sumário: Teste sumativo.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
Realização do teste sumativo em 45 minutos.	_____	_____	- Teste Sumativo.

PLANO DA 13.ª AULA – 12 DE MARÇO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** dividida em dois turnos.

Sumário: Aquecimento global – comunicação dos trabalhos investigativos.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
<p>1. Escrita do sumário da aula.</p> <p>2. Apresentação dos trabalhos investigativos na forma de Posters científicos sobre a problemática do Aquecimento Global.</p> <p>3. Feedback em relação aos trabalhos apresentados.</p> <p>4. Breve discussão com a finalidade de trabalhar aspetos da natureza da ciência, nomeadamente: os limites de validade das conclusões apresentadas, a necessidade de efetuar vários ensaios, a importância de garantir o controlo efetivo das variáveis, trabalho colaborativo em ciência e o rigor na execução dos procedimentos.</p>	<p>Reconhecer as alterações climáticas como influentes na sobrevivência das espécies, em particular do zooplâncton.</p> <p>Identificar agentes responsáveis pelo aumento do EE.</p> <p>Enunciar medidas de prevenção e mitigação relativas à temática.</p> <p>Compreender que os cientistas também erram, apesar do rigor e cuidado durante as investigações, comportando sempre alguma subjetividade.</p>	<p>Comunicar os resultados e explicações de forma fundamentada (Explicar).</p> <p>Formular novas questões de investigação a partir das conclusões (Elaborar).</p> <p>Demonstrar respeito pelos colegas.</p> <p>Evidenciar raciocínio crítico face aos resultados obtidos e previsões efetuadas (Elaborar).</p> <p>Compreender a necessidade de respeitar os limites de validade das conclusões das investigações científicas.</p> <p>Compreender a necessidade do trabalho colaborativo em ciência.</p>	<p>- Posters científicos construídos pelos alunos.</p> <p>- Grelha de observação do Professor.</p>

PLANO DA 14.^a AULA – 13 DE MARÇO DE 2013

ANO: 8.º

DURAÇÃO: 45' **TURMA:** completa.

Sumário: Auto e heteroavaliação. Realização da ficha de diagnóstico final.

Momentos da aula	Objetivos de conteúdo	Competências investigativas (<i>inquiry</i>)	Recursos e Materiais
1. Escrita do sumário da aula. 2. Realização das fichas de diagnóstico. 3. Preenchimento dos questionários de opinião. 4. Entrega dos testes sumativos.	—	Refletir acerca da prestação individual e do grupo na atividade investigativa sobre o Aquecimento Global e sobre as Chuvas Ácidas, sobre a prestação ao longo de todo o período letivo, através de dois questionários (Avaliar).	- Questionário de opinião sobre o trabalho do Aquecimento Global e Chuvas Ácidas. - Testes sumativos. - Fichas de diagnóstico.

APÊNDICE B – DOCUMENTOS DE APOIO ÀS AULAS

1.ª AULA – 5 DE FEVEREIRO DE 2013



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8º ANO

Atividade de Diagnóstico

Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: __/__/__

1. A Problemática da Extinção das Espécies!

Imagina que és um (a) cientista que se dedica a estudar a problemática da extinção das espécies. A partir dos dados que pesquisaste, construístes o seguinte gráfico (1):

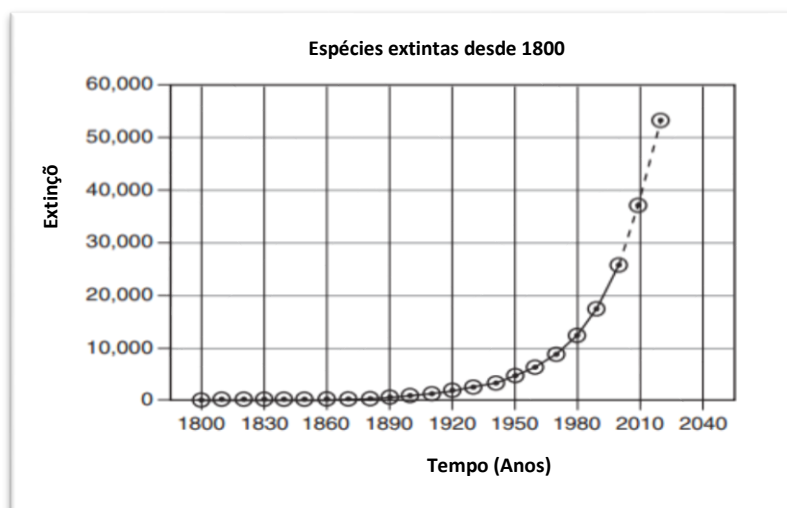


Gráfico 1 – Número de espécies extintas entre 1800 e 2000

1.1. Ao interpretar o gráfico, percebeste que o **número de espécies que se extinguíram entre 1950 e 2000** foi de, aproximadamente:

- a) 5000
- b) 12000
- c) 22000
- d) 37000

1.2. A partir da interpretação do gráfico, percebeste também que no período entre 1890 e 2000 houve um enorme aumento de espécies que se extinguíram. **Como explicas esse aumento?**

2. A PROBLEMÁTICA DO DIÓXIDO DE CARBONO

Depois de teres percebido que algo estava a provocar a extinção de tantas espécies, quiseste pesquisar mais sobre esse assunto e encontraste a seguinte notícia de jornal:

O mundo está cada vez mais longe de conseguir travar o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera até ao final do século!

Tanto as emissões, como a concentração de CO₂ na atmosfera bateram novos recordes em 2011. Os cientistas estão preocupados e,

2.1. Conforme leste na notícia, outros cientistas estão preocupados com os níveis de CO₂ na atmosfera. **Quais os motivos da preocupação com os níveis de CO₂ na atmosfera?**

2.2. Apesar da preocupação dos cientistas e dos seus avisos, os níveis de CO₂ na atmosfera continuam a aumentar. **Que atividades humanas poderão estar a contribuir para esse aumento?**

3. O QUE SE PASSA COM A CAMADA DO OZONO?

Finalmente, depois de teres estudado sobre a extinção das espécies e sobre perigos do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, soubeste que também a camada de ozono estava ameaçada, através do seguinte excerto de uma notícia:

A deterioração da camada de ozono sobre a Antártida será mais pequena este ano do que o ano passado. Os dados são da Organização das Nações Unidas (ONU), que acredita que “a restrição da emissão de substâncias nocivas conseguiu travar a destruição da camada, mas o buraco é maior do que em 2010 e ainda falta muito para a sua completa recuperação”(…).

Excerto de notícia de *Ciência Hoje*, 17 de setembro

3.1. A notícia publicada no jornal *Ciência Hoje* fala da existência de um buraco na **camada do ozono**. Muito se tem dito e escrito sobre este assunto, mas, afinal, **para que serve a camada de ozono?**

3.2. Se a continuarmos a destruir, **quais serão as consequências para os seres vivos, nomeadamente, para o homem?** (escolhe as opções que considerares mais adequadas)

Aumento da Temperatura média da atmosfera_____	Alterações nos ovos de algumas espécies_____	<i>Smog</i> nas cidades_____
Corrosão dos monumentos _____	Morte de algas e plâncton marinho_____	Aumento da incidência de cancro de pele_____
Inibição da atividade do sistema imunitário humano _____	Degelo das calotas polares e subida do nível do mar_____	Redução do crescimento das plantas_____
Aumento da incidência de cataratas _____	Modificação do clima, com alteração dos ventos, da precipitação e das correntes oceânicas _____	Acidificação das águas_____

4. A PROBLEMÁTICA DAS CHUVAS ÁCIDAS

No decorrer da tua investigação foste confrontado com uma outra problemática que tem preocupado os cientistas – os nossos automóveis e fábricas estão a emitir para a atmosfera **elementos químicos** que, combinados com as **moléculas da água**, existentes na atmosfera, formam **ácidos**, que voltam à terra sob a forma de **chuva**.

Para compreenderes o efeito das **chuvas ácidas** (com acidez semelhante ao vinagre ou ácido acético) nos nossos edifícios e monumentos, habitualmente construídos em **calcário**

(carbonato cálcio), decidiste planear uma experiência. Assim, debes preencher a **ficha** seguinte com um **protocolo experimental**, que te ajude a esclarecer a tua dúvida:

4.1. **Questão de investigação** (formula uma questão que relacione as chuvas ácidas (ácido) com o calcário (carbonato de cálcio):


4.2. **Procedimento experimental** (como vais fazer?):

4.3. **Material que vais utilizar:**

4.4. **Previsões** (O que será que vai acontecer? E porquê?):

2.^a AULA – 6 DE FEVEREIRO DE 2013





Páginas da internet de onde foram retiradas as imagens:


Slide 1
<http://economica.sapo.pt/noticias/terceira/119607.html>
<http://www.canal24.com/?p=1897>
[www.bbc.co.uk](http://bbc.co.uk)
<http://luta.unianimica.br/2011/08>

Slide 2
<http://educador.brasilecola.com/estrategias/ensino/chora/Arde1.htm>
http://pt.wikipedia.org/wiki/Chuva_%C3%A1cida, <http://www.livresciencia.com/21469-drought-definition.html>,
<http://www.canal24.com/?p=1897>, <http://www.agencia.org/internacionais/n156508.html>

Slide 3
<http://alhamocidadeportuguesa.blogspot.pt/2008/04/poluis-pode-ser-considerada-liberacao-de.html>
<http://www.theguardian.com/world/2013/jan/14/beijing-smog-continues-media-action>
http://www.civ.med.br/home/tat_leigos.asp?cod=47
<http://corredorshotels.com/saetasem-sob-risco-muito-elevado-de-acidente/>
http://colunistas.ia.com.br/mundonoticias/tat/vulcao?doar_top_casa
<http://odisseiaonline.com/disasters-of-april-2010-with-unfortunate-consequences.html#earthquake-in-china>
www.webmd.com

Slide 4
<http://ukrnotices.com/645-nokitas>
<http://www.telegraph.co.uk/earth/earthnews/globalwarming/4029837/Global-warming-Reasons-why-it-might-not-actually-exist.html>
<http://www.idealteam.com/politica-deo-ano/>
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2204226/Terrifying-typhoon-hits-South-Korea-100mph-windy-strong-rocks-sent-flying-air.html>

Tabela de Síntese da Atividade das Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas

	Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto	
	CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO	
	Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas – Tabela de síntese	
Nome: _____	Turma: A Nº: _____ Data: 06/02/2013	

Fenómeno	Origem	Subsistema Envolvido	Consequências	Medidas de Proteção / Prevenção

3.^a AULA – 18 DE FEVEREIRO DE 2013



Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas

Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Secas	Gestão dos recursos locais Regeneração da flora existente



Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Chuvas Ácidas	Reduzir emissão de dióxido de enxofre e dióxido de azoto; Utilização obrigatória de conversores catalíticos nos automóveis.



Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Marés Negras Derrames de Petróleo	Vigilância Recusa a bactérias que se alimentam de hidrocarbonetos (constituintes do petróleo)



Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Sismos Vulcões	Monitorização / vigilância / Prevenção Formação e aviso das populações Construção de infraestruturas anti-sísmicas



Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Indústrias Smog	Utilização de filtros Utilização racionalizada dos recursos



Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Destruição da camada de Ozono	Evitar o uso de CFCs (clorofluorcarbonetos) (Recomenda-se o uso de protetor solar e óculos de sol / Evitar a exposição ao sol nas horas de radiação mais intensa)



Fenômeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Incêndios	Limpeza e vigilância das matas e florestas Educação cívica das populações



Fenómeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Desflorestação	Utilização sustentável dos recursos Replantação Protecção Evitar monoculturas



Fenómeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Tempestades	Monitorização e alerta das populações, permitindo a evacuação das mesmas Preparação de planos de socorro e ajuda



Fenómeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Poluição das águas Contaminação	Tratamento de águas residuais provenientes de esgotos urbanos, de fábricas, da agricultura e pecuária



Fenómeno	Medidas de Proteção / Prevenção
Aquecimento global	Redução das emissões de gases com efeito de estufa



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO

Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas – Tabela de síntese

Nome: _____ Turma: A N.º: ____ Data: 06/02/2013

Fenómeno	Origem	Subsistema Envolvido	Consequências	Medidas de Proteção / Prevenção
1. Secas	Natural	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Morte da vegetação / Aumento da erosão dos solos	Gestão dos recursos locais / Regeneração da flora existente
2. Chuvas Ácidas	Humana / Natural (vulcões)	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Acidificação das águas / Morte de seres vivos / Destruição das florestas	Reduzir a emissão de dióxido de enxofre e dióxido de azoto / Utilização obrigatória de conversores catalíticos nos automóveis
3. Marés Negras / Derrames de Petróleo	Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Repercussões na cadeia alimentar / Morte de seres vivos / Emissão de CO ₂ para a atmosfera pela queima de combustíveis fósseis	Vigilância Recurso a bactérias que se alimentam de hidrocarbonetos (constituintes do petróleo)

4. Sismos / Vulcões	Natural	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Destruição de ecossistemas e construções humanas; Morte de seres vivos, incluindo o homem	Monitorização / vigilância / Previsão Formação e aviso das populações Construção de infraestruturas anti-sísmicas
5. Indústrias / Smog	Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Chuvas ácidas / Poluição das águas / Desflorestação / Infiltração de produtos químicos no solo / Aumento da concentração de CO ₂ na atmosfera	Utilização de filtros / Utilização racionada dos recursos
6. Destruição da camada de Ozono (filtro anti UV)	Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Aumento da incidência de cancro de pele, cataratas e queimaduras solares / Alterações nos ovos de determinados seres vivos	Evitar o uso de CFCs (clorofluorcarbonetos) (Humanos devem usar protector solar e óculos de sol; evitar exposição solar nas horas de radiação mais intensa)
7. Incêndios	Natural / Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Incêndios naturais e periódicos levam à destruição de vegetação morta, aumentando a fertilidade do solo; Provocados pelo homem: morte de seres vivos, destruição de habitats, erosão dos solos.	Limpeza e vigilância das matas e florestas / Educação cívica das populações
8. Desflorestação	Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Destruição de habitats / Perda de biodiversidade / Aumento da erosão dos solos / Diminuição da renovação do ar / Diminuição da humidade atmosférica, alterando o regime de chuvas	Utilização sustentável dos recursos / Replantação / Protecção / Evitar monoculturas

9. Tempestades	Natural	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Grandes prejuízos materiais / Destruição de habitats / Morte de seres vivos	Monitorização e alerta das populações, permitindo a evacuação das mesmas / Preparação de planos de socorro e ajuda
10. Poluição das águas / Contaminação	Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Morte de seres vivos / Alteração da água potável	Tratamento de águas residuais provenientes de esgotos urbanos, de fábricas, da agricultura e pecuária
11. Aquecimento global	Humana	Biosfera / Geosfera / Atmosfera / Hidrosfera	Degelo das calotes polares / Subida do nível do mar / Perda de reservatórios de água doce / Perda de biodiversidade / Alterações climáticas	Redução das emissões de gases com efeito de estufa

Crêterios de Avaliação para a Atividade de Investigação do Zooplâncton

Crêterios de avaliação da construção do Protocolo Experimental

Durante a *construção do protocolo experimental* deverão ter em atenção os seguintes aspetos:

- ✓ Participação na formulação da questão de investigação;
- ✓ Identificação das variáveis que se devem manter;
- ✓ Justificação da necessidade de manter variáveis;
- ✓ Identificação do que se irá observar ou medir para obter dados fiáveis que permitam responder   questão de investigação;
- ✓ Formulação de previsões relacionadas com a questão de investigação;
- ✓ Fundamentação dessas previsões;
- ✓ Participação na construção cooperativa de um procedimento lógico e exequível;
- ✓ Identificação do material necessário   execução do procedimento;
- ✓ Participação na construção de um modelo para registo dos resultados;

Crêterios de avaliação da execução do Protocolo Experimental

Durante a *execução do plano experimental* deverão ter em atenção os seguintes aspetos:

- ✓ O cumprimento do procedimento experimental, com **rigor e autonomia**;
- ✓ O uso **adequado e rigoroso** do material e equipamento do laboratório, de forma a **não o danificarem**;
- ✓ A garantia de que na bancada **existe todo o material** necessário   execução do procedimento experimental;
- ✓ A **leitura prévia e atenta de todo o procedimento** e, caso ainda persistam dúvidas, esclarecer as mesmas junto do Professor;
- ✓ Uma **boa divisão das tarefas** pelos vários elementos do grupo, mas com espírito de **cooperação**: um deverá fazer as contagens, outro deverá fazer os registos e outro a manipulação da água com o material biológico;
- ✓ Uma **rigorosa, cuidadosa e atenta observação e contagem do zooplâncton** existente na gota de água – atenção para não contarem o mesmo indivíduo duas vezes e para garantirem que todos são contados;
- ✓ Um **registo cuidadoso das contagens**;
- ✓ Uma **gestão adequada do tempo** na realização das tarefas;
- ✓ O cuidado com a **limpeza e arrumação** da bancada e do material.

Bom trabalho!

4.^a AULA – 19 DE FEVEREIRO DE 2013



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO

ATIVIDADE EXPERIMENTAL – Planeamento e Execução

Nome: _____ Grupo: _____ Turma: A Nº: ____ Data: ____/____/____

Aquecimento Global

O aumento da temperatura pode provocar a diminuição das populações de seres marinhos

Em junho de 2009 os oceanos atingiram os 17°C, a maior média de temperatura desde o início do século XIX. Várias investigações científicas sugerem que o aumento de temperatura das águas oceânicas poderá causar grandes alterações nas cadeias alimentares, afetando o número de seres marinhos.

A bióloga marinha Mary O'Connor, em colaboração com os seus colegas da Universidade da Califórnia, desenvolveu uma investigação utilizando água do mar e alguns dos microrganismos que nela estão presentes: fitoplâncton e zooplâncton. Durante oito dias os cientistas expuseram estes micro-organismos a diferentes temperaturas, tendo-lhes fornecido os mesmos nutrientes. A equipa de investigação esperava que o calor estimulasse o crescimento do fitoplâncton; no entanto, os resultados demonstraram que, apesar de numa fase inicial o n.º de indivíduos fitoplanctónicos ter aumentado, na realidade ocorreu um aumento simultâneo do zooplâncton.

"À medida que a temperatura aumenta, o zooplâncton prolifera mais que o fitoplâncton. Em águas mais quentes, o zooplâncton, mais abundante, alimenta-se de todo o fitoplâncton, o que origina graves impactos nas teias alimentares marinhas uma vez que o fitoplâncton serve de alimento a outros seres, como os peixes" – explicou O'Connor.

Investigações como a que foi desenvolvida por esta cientista e pela sua equipa ajudam a compreender o impacto que as alterações climáticas podem vir a ter na vida marinha.

Adaptado de Scientific American

Informação

Fitoplâncton: conjunto de organismos aquáticos e microscópicos que têm a capacidade de realizar a fotossíntese; servem de alimento a muitos animais marinhos, incluindo o zooplâncton.

Zooplâncton: conjunto de organismos aquáticos não fotossintéticos, de dimensões muito reduzidas, que se alimentam do fitoplâncton; possuem um ciclo de vida curto, havendo algumas espécies que se reproduzem ao final de 3 dias após o nascimento.



Exemplos de algumas espécies de zooplâncton

Qual o fator abiótico que a cientista Mary O'Connor e a sua equipa pretendeu investigar?

A temperatura

1. Formulem uma questão que relacione o fator abiótico temperatura e o zooplâncton. Essa vai ser a vossa *questão de investigação*!

Exemplo: Qual a influência da temperatura na abundância de zooplâncton do lago da escola?

Uma etapa importante de qualquer investigação é a fase da planificação – para o grupo construir um plano de investigação devem ter em consideração vários aspetos muito importantes, relacionados com as seguintes questões:

2. O que vão medir/observar para ver se ocorrem alterações?

A abundância de zooplâncton (número de indivíduos).

3. Quais são os fatores abióticos que vão manter inalterados?

A luz, o substrato (água do lago) e o alimento.

4. Qual é a importância de se manter esses fatores abióticos?

Devem ser mantidos para garantir que os resultados obtidos se devem, efetivamente, à influência do fator abiótico em estudo – a temperatura.

5. As *previsões e levantamento de hipóteses* são fundamentais quando se pretende encontrar uma resposta para uma questão investigativa.

Atendendo à nossa questão de investigação, o que preveem que vai acontecer?

A temperatura influencia a abundância de zooplâncton. (ou ainda, a temperatura não influencia a abundância de zooplâncton).

6. *Justifiquem a resposta anterior.*

Exemplo: Quanto mais elevada a temperatura, maior será a abundância de zooplâncton, uma vez que a reprodução exige mais energia e com temperaturas mais baixas os animais estão menos ativos (possível explicação dos alunos).

Nota: o Professor deverá aceitar todas as previsões dos alunos, desde que justificadas.

7. *Vamos agora construir, em conjunto, um procedimento experimental (passo-a-passo) que permita responder à questão de investigação.*

Nota para o Professor: De forma a garantir a existência de zooplâncton abundante na solução a utilizar, o Professor deverá realizar, previamente, o seguinte passo: com auxílio de um balde, recolher 5 litros de água do lago e filtrá-los com o recurso a um funil e meia de vidro. Com um esguicho (contendo água do lago), lava a meia de vidro e recolhe o filtrado para um frasco até perfazer um volume de 1,5 L. Este passo deverá ser replicado com os alunos, para que estes compreendam a importância do mesmo.

Em alternativa, o Professor poderá recorrer a 1,5 L de solução contendo *Daphnia* e substituir pela água do lago.

Continuação do ponto 7:

1 – Distribuir 50 ml de água do lago filtrada por três frascos, utilizando um gobelet para medição do volume. Os frascos devem ser rotulados indicando-se: a) nome dos elementos do grupo; b) data; c) temperatura (4° C; 20 ° C; ambiente).

2 – Com o auxílio de uma vareta, verter alguns mililitros de água filtrada, de forma a cobrir o fundo de uma placa de Petri graduada.

3 – Observar o volume de água à lupa e efetuar uma contagem do zooplâncton presente. Registrar a contagem numa tabela de registos (coluna referente à contagem inicial). Atenção: No caso de se utilizar água com *Daphnia*, a contagem pode ser efetuada a olho nu.

4 – Devolver a água observada ao frasco e agitar levemente.

5 – Repetir os passos 2, 3, 4 e 5 mais uma vez. Após as contagens efetuar a média dos valores obtidos, registando-a na tabela.

6 – Repetir os passos 2, 3, 4, e 5 para o segundo e terceiro frascos.

7 – Colocar nos frascos uma porção de alimento para o zooplâncton.

8 – Colocar o frasco de 4 ° C no frigorífico, o de 20 ° C na estufa e da temperatura ambiente num local abrigado da luz e da exposição solar. É importante garantir que todos os frascos se encontrem no escuro.

9 – Lavar e arrumar o material utilizado.

Na semana seguinte:

10 – Recolher os frascos do frigorífico, da estufa e da temperatura ambiente; repetir os passos 2 a 6 de modo a obter a média das contagens finais para cada um dos frascos.

11 – Rejeitar a água; Lavar e arrumar o material utilizado.

8. De que *material* vão precisar?

Água do lago previamente filtrada ou solução contendo *Daphnia*; Três frascos de 50 ml; Gobelet; Caneta de acetato / etiqueta e marcador; Tabuleiro; Vareta; Uma caixa de Petri graduada; Lupa binocular; Frigorífico; Estufa.

9. Registrem os resultados numa tabela. Se pretenderem efetuam esquemas do que observam e legendem.

Nota: Devem ser rigorosos, pois dos vossos resultados dependem as vossas conclusões.

Sugestão de tabela:

Tabela A – Abundância de zooplâncton (nº de indivíduos) em função da temperatura.

	Temperatura Elevada (20 ° C)			Temperatura Baixa (4 ° C)			Temperatura Ambiente		
	Contagem 1	Contagem 2	Média	Contagem 1	Contagem 2	Média	Contagem 1	Contagem 2	Média
Semana 0									
Semana 1									

10. Analisem os resultados obtidos, atendendo à média das contagens efetuadas.

(No final de uma semana, atendendo a dados obtidos na realização desta atividade, é muito provável que a abundância de zooplâncton no frasco colocado à temperatura ambiente seja superior à abundância contabilizada nas duas restantes situações, quer a 20 ° C, quer a 4 ° C.)

11. Recordando a questão de investigação e as previsões iniciais, o que se pode concluir acerca da investigação desenvolvida?

É provável que, de acordo com os resultados, seja possível concluir que a temperatura influencia a abundância de zooplâncton, em particular a abundância de *Daphnia* presente na água do lago. Ainda segundo os resultados obtidos, a amostra de água submetida à temperatura ambiente apresentou maior número de indivíduos, seguida as amostras colocadas a 20 graus. As amostras colocadas no frio registaram o maior declínio no número de indivíduos.

Nesta etapa há que ter em atenção os limites de validade das conclusões. É fundamental esclarecer com os alunos que, para que sejam retiradas conclusões válidas seria necessário efetuar um maior número de ensaios.

12. Depois da investigação realizada ficaram, certamente, com algumas dúvidas ou novas questões por esclarecer. Formulem novas questões que gostariam de investigar e que se relacionem com a investigação desenvolvida.

- Qual a influência da luz na abundância de zooplâncton?
- De que forma a abundância de zooplâncton influencia a abundância de fitoplâncton?
- Em que estação do ano haverá mais zooplâncton no lago?

Chegaram ao fim deste guião – mas a aventura no mundo da investigação científica não termina aqui!

*Tal como os cientistas, terão que **comunicar** os vossos resultados e conclusões aos outros grupos, na aula de 12 de março – a comunicação e a partilha de informação são essenciais no trabalho dos cientistas.*

*Devem construir e apresentar um “**Poster científico**” contendo os seguintes itens:*

Introdução com a questão de investigação e previsões / Procedimento experimental e material / Resultados / Conclusões / Novas questões de investigação

Grelha de Observação para o Professor

Atividade Investigativa do Zooplâncton – Construção do Protocolo Experimental

	Grelha de Observação	
	Construção do Protocolo Experimental	
	Alunos que se evidenciaram pela positiva	Alunos que se evidenciaram pela negativa
Participa de modo eficaz na formulação da questão de investigação.		
Identifica a variável a ser mudada.		
Identifica as variáveis que se devem manter, justificando.		
Identifica o que observar ou medir para obter dados fiáveis que permitam responder à questão de investigação		
Faz previsões relacionadas com a questão de investigação.		
Fundamenta as suas previsões.		
Participa na construção cooperativa de um procedimento lógico e exequível.		
Identifica o material necessário à execução do procedimento.		

Adaptado de Martins et al., (2007)

Grelha de Observação para o Professor

Atividade Investigativa do Zooplâncton – Execução do Protocolo Experimental

Grelha de Observação					
Execução do Protocolo Experimental					
Grupo: _____					
	1	2	3	4	Pontuação
Autonomia durante a realização das tarefas	Muito pouco autónomos na execução das tarefas. Precisam sempre da ajuda do Professor para avançarem.	Pouco autónomos na execução das tarefas. Solicitam muitas vezes a ajuda do Professor.	Autónomos na realização das tarefas. Só solicitam a ajuda do Professor, quando têm dúvidas concretas.	Muito autónomos na realização das tarefas. Conseguem avançar sem a ajuda do Professor.	____/4
Manuseamento e respeito pelo material do laboratório	Mostram muitas dificuldades na identificação do material necessário e no manuseamento do mesmo.	Mostram algumas dificuldades no manuseamento da material de laboratório, mas identificam facilmente o material a ser usado.	Não apresentam dificuldades no manuseamento e identificam facilmente o material a ser usado.	Apresentam grande facilidade no manuseamento do material e identificam todo o material a ser usado.	____/4
Obtenção e Registo dos resultados	Apresentam muitas dificuldades no registo dos resultados.	Apresentam algumas dificuldades no registo dos resultados.	Não apresentam dificuldades no registo dos resultados.	Apresentam grande facilidade no registo dos resultados.	____/4
Cooperação entre o grupo	Apenas um elemento do grupo cumpre as tarefas, enquanto os restantes se recusam a trabalhar.	Os vários elementos do grupo cumprem as tarefas, mas sem haver uma distinta distribuição das mesmas.	Os elementos do grupo trabalham de modo colaborativo, com uma distinta distribuição das tarefas.	Os elementos do grupo trabalham de modo colaborativo e ativamente para a progressão do trabalho. Existe uma “verdadeira” e eficaz distribuição das tarefas.	____/4
Gestão do tempo	Não há consciencialização que é preciso gerir o tempo e não conseguem cumprir as tarefas no tempo da aula.	Conseguem com dificuldade realizar as tarefas dentro do tempo da aula.	Conseguem realizar todas as tarefas no tempo da aula.	Conseguem facilmente realizar as tarefas no tempo da aula e ainda lhes resta tempo para sintetizar os resultados obtidos nessa aula.	____/4

Adaptado de Reis (2011)

5.^a AULA – 20 DE FEVEREIRO DE 2013



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO

Aquecimento Global

Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: 20 /02 /2013

Peixes podem ficar mais pequenos com aumento de temperatura dos oceanos

A emissão de gases que provocam efeito de estufa pode ter mais impacto nos ecossistemas marinhos do que se pensava. Num estudo publicado na revista «Nature Climate Change», os investigadores admitem que algumas espécies de peixes podem diminuir o seu tamanho entre 14 e 24 por cento devido ao aquecimento global.

Os investigadores simularam o impacto das temperaturas em mais de 600 espécies até 2050. As águas mais quentes têm, dizem, menor nível de oxigénio, o que faz com que os peixes tenham um tamanho mais reduzido. Investigações anteriores sugeriam que as alterações na temperatura dos oceanos afectam tanto a localização como a reprodução de diversas espécies.

Os investigadores admitem que há incertezas quanto às previsões das alterações climáticas e isso pode afetar os resultados obtidos. No entanto, alertam para o impacto das alterações na indústria pesqueira. “Indivíduos menores vão produzir ovos menores e em menor quantidade, o que afetará o potencial reprodutivo dos cardumes e reduzirá a sua resistência à pesca e à poluição”, diz Alan Baudron, da Universidade de Aberdeen (Grã-Bretanha).

Adaptado de Ciência Hoje, 2012-10-02

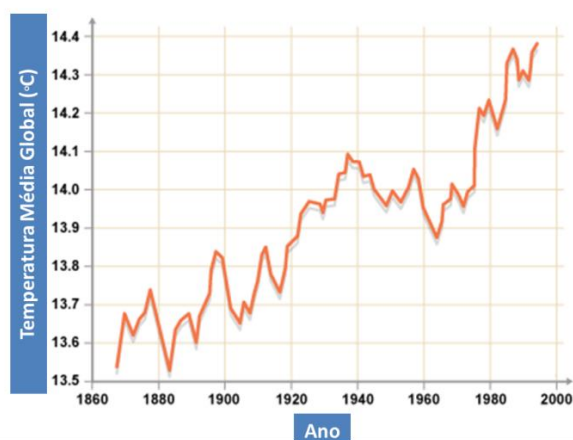


1. Qual foi o problema para o qual os cientistas procuraram dar resposta? _____

2. Como procederam para encontrar resposta ao problema formulado? _____

3. Dos resultados obtidos, que conclusões tiraram? _____

4. O gráfico abaixo representado traduz a variação da temperatura média anual da Terra, no período entre 1860 e 2000.



4.1. A partir da interpretação do gráfico, refere como tem variado a temperatura na Terra. _____

4.2. Na experiência com os peixes verificou-se que a variação da temperatura, nomeadamente, o seu aumento, afeta o ecossistema. Um dos fatores responsáveis pelo aumento da temperatura é, de acordo com o autor do texto, o incremento de determinados gases de efeito de estufa na atmosfera. **Recorre ao manual para identificares alguns destes gases.**

4.3. Que ocorrências podem ser responsáveis pelo aumento da concentração dos gases de efeito de estufa na atmosfera?

4.4. Explica em que medida o efeito de estufa, com os referidos gases, promove o aumento da temperatura.

6.ª AULA – 25 DE FEVEREIRO DE 2013

Dispositivos de apoio à síntese final da temática: Aquecimento Global

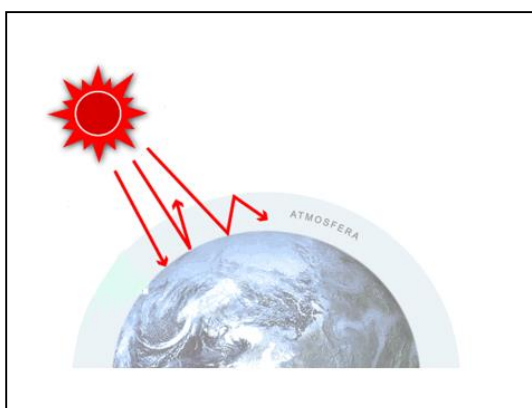


Gráfico da Temperatura Média Anual (1860 – 2000)

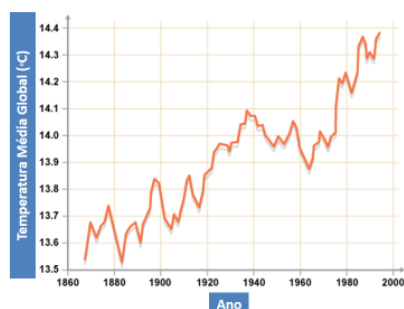
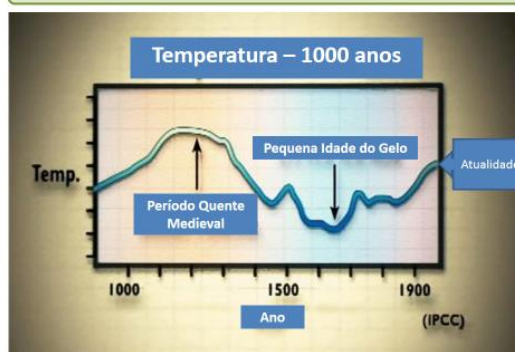
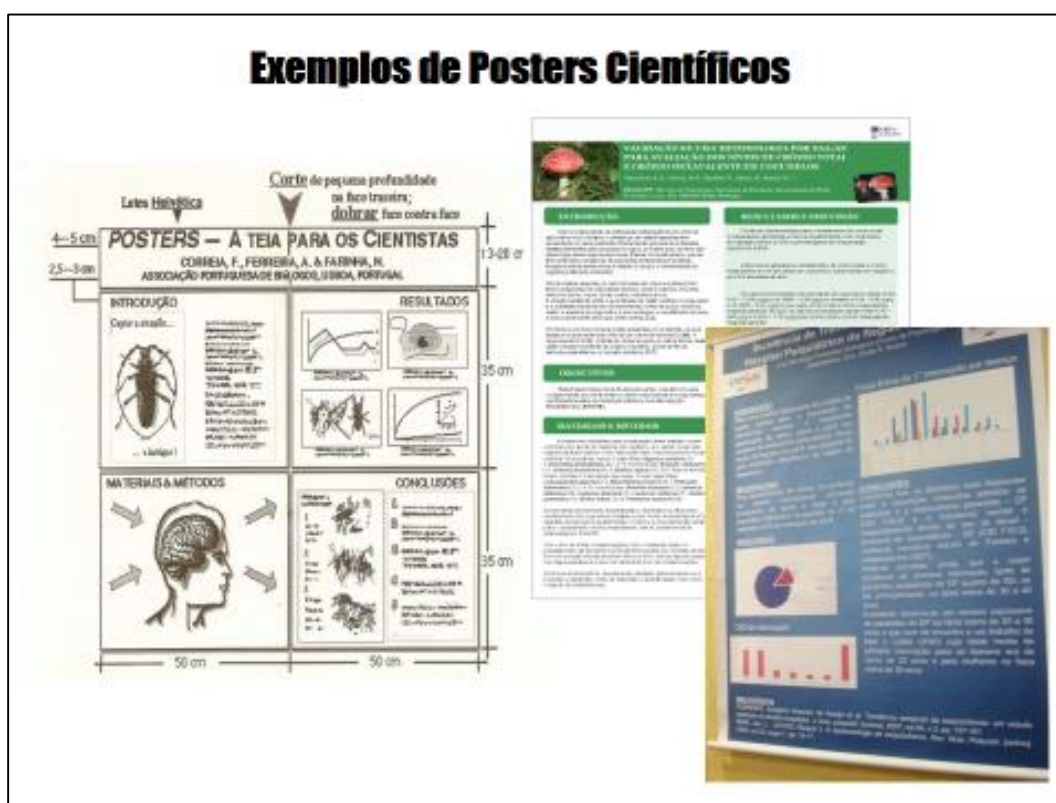


Gráfico da Temperatura Média Anual (1000 – 2000)



Exemplos de Posters Científicos



7.^a AULA – 26 DE FEVEREIRO DE 2013

(Recurso ao mesmo Caderno de Investigação utilizado na aula de 19 de Fevereiro)

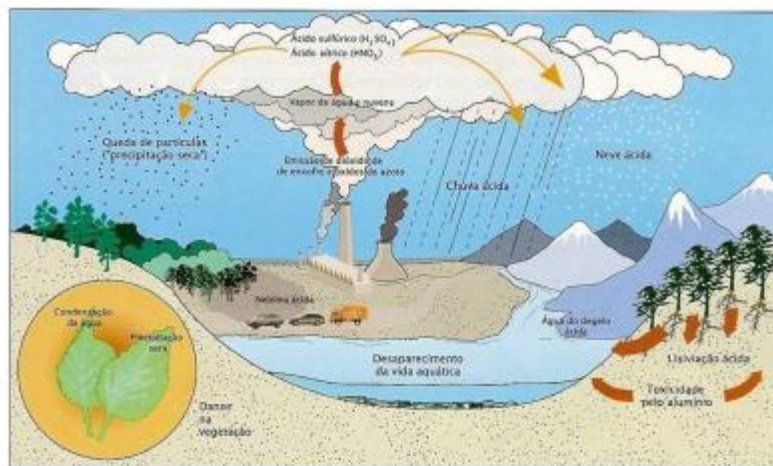
8.^a AULA – 27 DE FEVEREIRO DE 2013

Diapositivos de introdução à temática e apoio no desenvolvimento da atividade de investigação relacionada com as Chuvas Ácidas

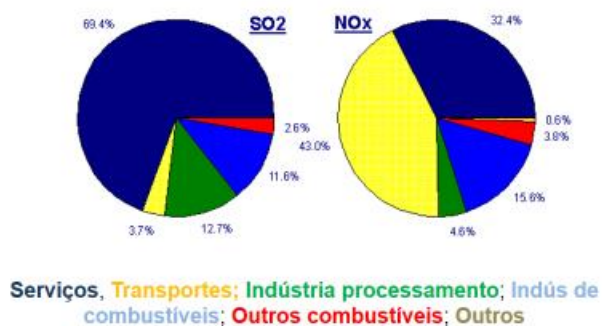




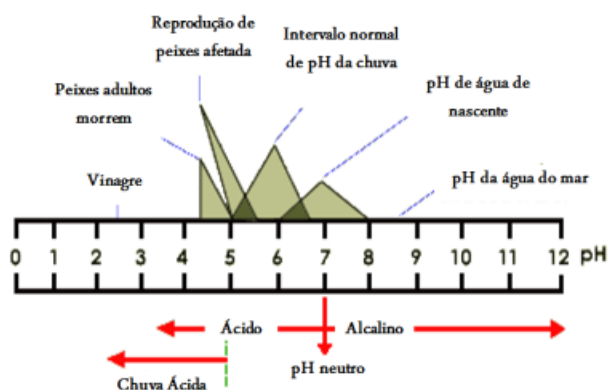
Esquema representativo da formação das chuvas ácidas



Gráficos com as percentagens de SO₂ e NO_x emitidos por diversas fontes nos Estados Unidos da América



Escala de pH da chuva ácida e limites de tolerância dos seres aquáticos aos diversos pH.



Páginas da Internet de onde foram retiradas as imagens:

Slide 1

<http://www.zmescience.com/ecology/environmental-issues/china-smog-30012013/>
<http://www.propertiesofmatter.si.edu/dissolvinghistory.html>

Slide 2

http://en.wikipedia.org/wiki/Acid_rain
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:-_Acid_rain_damaged_gargovle_-_jpg
<http://www.biorwatersedge.com/bwvvh/showthread.php?t=9114>
<http://www.epa.gov/acidrain/effects/health.html>

Slide 3



<http://www.tocadacotia.com/natureza/a-relacao-da-chuva-acida-e-da-poluicao-termal>

Slide 4

Adaptado de http://www.udel.edu/chem/C465/senior/fall97/acid_rain/senior.html

Atividade investigativa relacionada com as Chuvas Ácidas

Caso de Estudo 1

	Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto	
	CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO <i>Atividade de Investigação – Chuvas Ácidas</i>	
Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: 27 /02 /2013		

Lê com atenção o seguinte texto.

Chuva ácida cai em mais de metade das cidades chinesas

A Administração Estatal de Proteção do Meio Ambiente da China revelou hoje que a **chuva ácida** afeta mais de metade das cidades chinesas, havendo mesmo sítios em que toda a chuva que cai é do tipo poluente e prejudicial para a saúde. Milhares de habitantes apresentam já irritações nos olhos e complicações nas vias respiratórias. Este é o pior problema de poluição atmosférica que afeta o gigante asiático, onde 357 das 696 cidades monitorizadas apresentam indícios de chuva ácida.

A agência ambiental chinesa reconheceu que a China é o principal emissor mundial de **dióxido de enxofre**, sabendo-se que é o principal produtor e consumidor mundial de **carvão**. Setenta por cento da energia consumida na China provém do carvão. O objetivo da China é, segundo o subdiretor do Departamento de Controlo da Poluição, inverter os números nos próximos cinco anos. Os cientistas alertam a comunidade para os efeitos das chuvas ácidas – para além dos efeitos diretos na saúde das populações, as chuvas acidez provocam o aumento da acidez do solo e afetam a composição de rios e lagos.

Adaptado de Jornal Público de 3/08/2006

Nas últimas décadas do século XX, um pouco por todo o mundo as precipitações atmosféricas, chuvas, neves e o próprio nevoeiro, apresentavam propriedades ácidas. Estas chuvas ácidas são uma consequência da poluição atmosférica. O artigo que acabaste de ler traduz algumas das consequências associadas a esta forma de poluição.

Proposta: Realiza uma investigação por pesquisa, orientada pelas questões abaixo apresentadas, para poderes ficar a conhecer mais sobre esta temática e partilhares com os teus colegas o que aprenderes.

Questão 1. Que problemática ambiental é veiculada na notícia de jornal?

Questão 2- Segundo a notícia de jornal, que atividades estão na origem deste problema?



Questão 3 – Imaginem que são cientistas que terão que apresentar o fenómeno das chuvas ácidas num programa de televisão. Elaborem um pequeno texto em que expliquem:

- o processo de **formação** das chuvas ácidas;
- as **atividade humanas** que contribuem para a formação das chuvas ácidas;
- as **principais consequências** associadas às chuvas ácidas;
- **medidas** de **prevenção** ou mitigação para diminuir este flagelo.

Questão 4- O que preveem que aconteça aos jardins e edifícios das cidades chinesas dentro de pouco tempo, caso nada se faça para terminar este flagelo?

Questão 5- Os cientistas são pessoas de espírito curioso. Tudo à sua volta desperta vontade de desenvolver novas investigações. Formulem uma nova questão de investigação para a qual gostariam de encontrar uma resposta.

Caso de Estudo 2

	Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto	
	CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO <i>Atividade de Investigação – Chuvas Ácidas</i>	
Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: 27 /02 /2013		

Lê com atenção o seguinte texto.

Chuva Ácida: Uma ameaça à floresta

Em 1989 cientistas da Holanda noticiaram que um determinado pássaro canoro que habita as florestas daquele país estava a produzir ovos com a casca mais fina e porosa do que o habitual.

Os cientistas resolveram investigar a origem da falta de cálcio para os pássaros na natureza, mineral necessário para a formação de cascas resistentes nos ovos. Aqueles pássaros usavam normalmente como fonte de cálcio, caramujos (molusco gastrópode semelhante ao caracol) que constituíam componente importante na dieta. No entanto, nos últimos anos os caramujos tornaram-se praticamente desaparecidos das florestas, pois, para que os caramujos sobrevivessem, o solo seco deveria conter cerca de 5 a 10 gramas de cálcio por quilograma. Mas, os cientistas verificaram que o cálcio do solo daquela região havia caído para cerca de 0,3 gramas por quilograma de solo, um nível muito baixo para que os caramujos sobrevivessem.

A queda no conteúdo de cálcio do solo da Europa e dos Estados Unidos da América foi atribuída à ocorrência de chuva ácida, principalmente da que contem ácido sulfúrico.

Adaptado de Ciência Hoje, Novembro de 2010

Nas últimas décadas do século XX, um pouco por todo o mundo as precipitações atmosféricas, chuvas, neves e o próprio nevoeiro, apresentavam propriedades ácidas. Estas chuvas ácidas são uma consequência da poluição atmosférica. O artigo que acabaste de ler traduz algumas das consequências associadas a esta forma de poluição.

Proposta: Realiza uma investigação por pesquisa, orientada pelas questões abaixo apresentadas, para poderes ficar a conhecer mais sobre esta temática e partilhares com os teus colegas o que aprenderes.

Questão 1. Qual foi o problema detetado pelos cientistas da Holanda?

Questão 2- Perante o problema detetado, o que foram investigar?

Questão 3 – Que resultados obtiveram os cientistas?

Questão 4- Os cientistas concluíram que as chuvas ácidas podem ser responsáveis queda no conteúdo de cálcio no solo das florestas da Europa e Estados Unidos. Explica esse facto com base no processo de **formação das chuvas ácidas**, refere ainda quais são os **agentes responsáveis** pelas mesmas e as **principais consequências** associadas a esta problemática.

Questão 5- Que soluções deveriam propor os cientistas à sociedade civil para prevenir situações futuras de extinção de espécies e diminuir a ação das chuvas ácidas nas florestas?

Questão 6- O que preveem que aconteça à floresta dentro de pouco tempo, caso nada se faça para terminar este flagelo?

Questão 7- Os cientistas são pessoas de espírito curioso. Tudo à sua volta desperta vontade de desenvolver novas investigações. Formulem uma nova questão de investigação para a qual gostariam de encontrar uma resposta.

Caso de Estudo 3



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO

Atividade de Investigação – Chuvas Ácidas



Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: 27 /02 /2013

Lê com atenção o seguinte texto.

Lagos Ácidos

Nos anos 30 foi feito um estudo nos lagos existentes na zona ocidental de Adirondacks (Estados Unidos da América), em que foram retiradas amostras de 320 lagos. Os cientistas descobriram que a maioria das águas desses lagos apresentavam valores de pH entre os 6 e 7,5. Em 1975 um novo estudo feito na mesma área demonstrou que um grande número desses lagos tinham valores de pH abaixo de 5, um nível em que grande parte da vida aquática é praticamente impossível. Dos lagos acidificados cerca de 82% eram desprovidos de peixes e outras formas de vida aquática.

*Também nas montanhas do sul da Escandinávia (Europa), a acidificação da superfície das águas tem vindo a ocorrer rapidamente ao longo de 45 anos. Na Suécia, aproximadamente 20 000 lagos mais cedo ou mais tarde ficaram sem peixes. Recentemente as autoridades suecas estimaram que cerca de 17% dos lagos estão afetados pela deposição do ácido proveniente das chuvas ácidas. Devido a esta acidificação resultam dois efeitos: o zooplâncton, como por exemplo, as *Daphnias*, não consegue sobreviver em águas com teor de acidez elevado; por outro lado, como os lagos estão localizados sobre rochas com grandes concentrações de alumínio, este material dissolve-se na água ácida e envenena a fauna piscícola. A sobrevivência dos ovos dos peixes também fica comprometida em condições ácidas.*

Adaptado de <http://campus.fct.unl.pt/chuvasacidadas>

Nas últimas décadas do século XX, um pouco por todo o mundo as precipitações atmosféricas, chuvas, neves e o próprio nevoeiro, apresentavam propriedades ácidas. Estas chuvas ácidas são uma consequência da poluição atmosférica. O artigo que acabaste de ler traduz algumas das consequências associadas a esta forma de poluição.

Proposta: Realiza uma investigação por pesquisa, orientada pelas questões abaixo apresentadas, para poderes ficar a conhecer mais sobre esta temática e partilhares com os teus colegas o que aprenderes.

Questão 1. Imaginem que vocês são o grupo de cientistas que foi estudar os lagos. Qual poderia ser a vossa questão de investigação?

Questão 2- Que atividades ou fenómenos poderiam estar na origem desta acidificação das águas?



Questão 3 – O vosso grupo de trabalho foi convidado para darem uma entrevista num programa de televisão, em que deverão apresentar o vosso trabalho de investigação. **Construam um texto** que servirá de base à vossa entrevista e que contemple os seguintes pontos:

Evidências encontradas de **contaminação ácida** das águas; Valor de **pH** adequado ao **normal** e equilibrado funcionamento do **ecossistema lacustre**. Processo de **formação** das chuvas ácidas; **Consequências** das chuvas ácidas; Medidas de **prevenção e mitigação** para o flagelo das chuvas ácidas.

Questão 4- O que preveem que aconteça aos lagos e suas populações dentro de pouco tempo, caso nada se faça para terminar este flagelo?

Questão 5- Os cientistas são pessoas de espírito curioso. Tudo à sua volta desperta vontade de desenvolver novas investigações. Formulem uma nova questão de investigação para a qual gostariam de encontrar uma resposta.

Caso de Estudo 4

	Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto	
	CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO Atividade de Investigação – Chuvas Ácidas	
Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: 27 /02 /2013		

Lê com atenção o seguinte texto.

Esculturas mexicanas antigas poderão ser apagadas pela chuva ácidas

As esculturas de El Tajin, no México, são consideradas património da humanidade. A perda dessas imagens seria devastadora para o património cultural da região. Contudo, de acordo com Filipe Bravo, "dentro de 10, 20 ou 100 anos, estas esculturas vão desaparecer se não atuarmos de imediato". Bravo e os seus colegas passaram vários anos a simular os efeitos da poluição do ar, nomeadamente das **chuvas ácidas**, nas esculturas **construídas em calcário** de El Tajin. Esta equipa de cientistas verificou que a erosão se devia a contaminantes como o **cloro**, **sulfatos** e **nitratos** existentes no ar, provenientes de centrais termoelétricas e refinarias de petróleo, localizadas a **centenas de quilómetros**. Estes contaminantes existentes no ar, ficam presos nas gotículas de água das nuvens e formam ácidos. Com efeito, as nuvens carregadas de ácidos são transportadas pelo vento para locais distantes. Por este motivo, a "região de Veracruz possui alguns dos mais altos níveis de ácido no ar no México", afirmou Bravo. Ao chover, as chuvas ácidas reagem quimicamente com o **carbonato de cálcio** das rochas que constituem as esculturas, provocando a sua erosão.

David Grove, um emérito professor de antropologia da Universidade de Illinois, nos Estados Unidos da América, afirma: "Posso documentar que nos últimos 30 anos em que tive oportunidade de fotografar este local é notória a destruição das obras de arte pela chuva ácida. Os detalhes estão a desaparecer lentamente."

Adaptado de National Geographic, 20/10/2010

Nas últimas décadas do século XX, um pouco por todo o mundo as precipitações atmosféricas, chuvas, neves e o próprio nevoeiro, apresentavam propriedades ácidas. Estas chuvas ácidas são uma consequência da poluição atmosférica. O artigo que acabaste de ler traduz algumas das consequências associadas a esta forma de poluição.

Proposta: Realiza uma investigação por pesquisa, orientada pelas questões abaixo apresentadas, para poderes ficar a conhecer mais sobre esta temática e partilhares com os teus colegas o que aprenderes.

Questão 1. Imaginem que vocês são o grupo de cientistas que foi estudar as esculturas de El Tajin. Qual poderia ser a vossa questão de investigação?

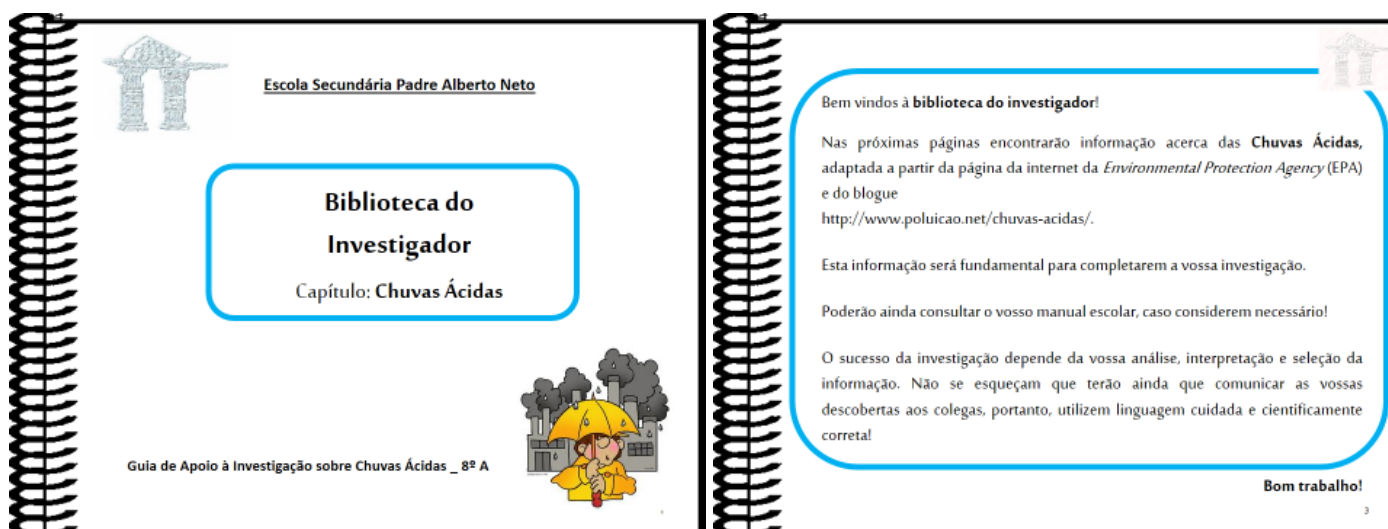
Questão 2- O vosso grupo de trabalho foi convidado para darem uma entrevista num programa de televisão, em que deverão apresentar o vosso trabalho de investigação. Construam um texto que servirá de base à vossa entrevista e que contemple os seguintes pontos:

atividades ou fenómenos que podem estar na origem desta chuva ácida; processo de **formação** das chuvas ácidas; **expliquem** a existência de chuvas ácidas num local tão afastado de zonas industriais; **consequências** das chuvas ácidas nas esculturas e nos ecossistemas que as rodeiam; medidas de **prevenção e mitigação** para o flagelo das chuvas ácidas.

Questão 3 – Qual será o estado das esculturas daqui a 30 anos, caso nada se faça para terminar este flagelo?

Questão 4 – Os cientistas são pessoas de espírito curioso. Tudo à sua volta desperta vontade de desenvolver novas investigações. Formulem uma nova questão de investigação para a qual gostariam de encontrar uma resposta.

Guia de Apoio à Investigação sobre as Chuvas Ácidas



O que é a Chuva Ácida?

A água pura, a 20°C tem um $\text{pH} = 7$, mas a água que existe na Atmosfera não é neutra. A chuva dita "normal" é ligeiramente ácida, Apresentando um pH que ronda os 5,6. Quando o valor do pH da água da chuva é inferior a 5,6 a chuva é considerada chuva ácida.



O processo de formação das chuvas ácidas encontra-se representado nas figuras 1 e 2. O termo "chuva ácida" é um termo vasto, aplicado, não apenas à chuva propriamente dita, mas sim também à queda de partículas ácidas secas — Precipitação seca. A chuva ácida também pode ocorrer na forma de nevoeiro ácido (um tipo de smog) e de neve ácida.

Pelo facto dos ventos varrerem o globo e transportarem poluentes que provocam a acidificação, por vezes não são as populações poluidoras as afectadas, mas aquelas que a grandes distâncias nada contribuíram para esta poluição.

Os principais responsáveis pela acidificação da água da chuva são os óxidos de azoto (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2), bem como o dióxido de carbono. O dióxido de carbono é lançado para a atmosfera, principalmente pelas chaminés das fábricas, e durante o processo de queima de combustíveis fósseis nas centrais termoelétricas, enquanto os restantes óxidos são fundamentalmente emitidos pelos escapes dos veículos motorizados. A água da chuva reage com estes gases, formando ácidos (sulfúrico, nítrico e carbónico), que baixam muito o pH normal da chuva. Na figura 3 estão representadas as principais fontes de emissão de óxidos de azoto (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2) nos estados Unidos da América.

Chuva Ácida

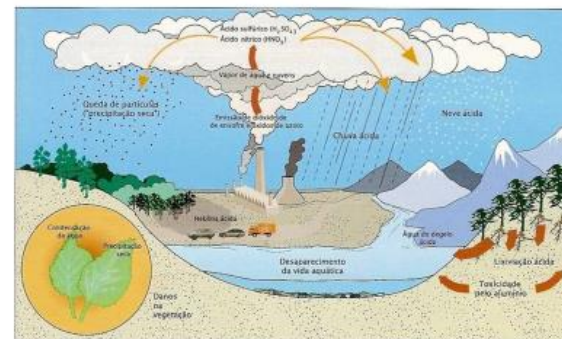


Figura 1- Esquema representativo da formação das chuvas ácidas

Chuva Ácida

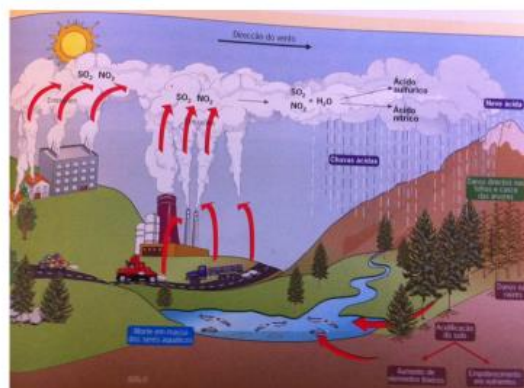


Figura 2- Esquema representativo da formação das chuvas ácidas

Chuva Ácida

Emissões de SO_2 e NO_x por diversas fontes (EUA)

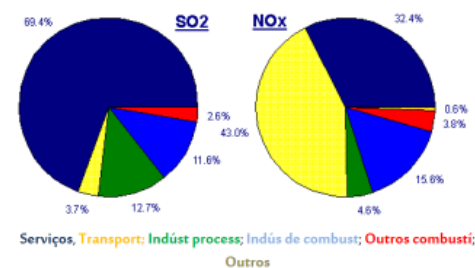


Figura 3- Gráficos com as percentagens de SO_2 e NO_x emitidos por diversas fontes nos Estados Unidos da América (EUA)

Chuvas Ácidas - Como medir o seu pH?



A chuva ácida é medida com recurso a uma “Escala de pH” (ver figura 4)
Quanto **mais baixo** o pH de uma substância, mais **ácida** ela é.

A água pura tem um pH de 7.0. Contudo, a **chuva normal** é geralmente ligeiramente acidificada, devido ao **dióxido de carbono** (CO_2) **dissolvido** que reage com as gotículas da **água**, originando **ácido carbónico**. Para concentrações regulares de CO_2 , a água da chuva apresenta um pH de 5.6.

Segundo os especialistas, desde o ano **2000**, foram registados nos Estados Unidos valores de **pH de 4.3**.

13

Chuva Ácida

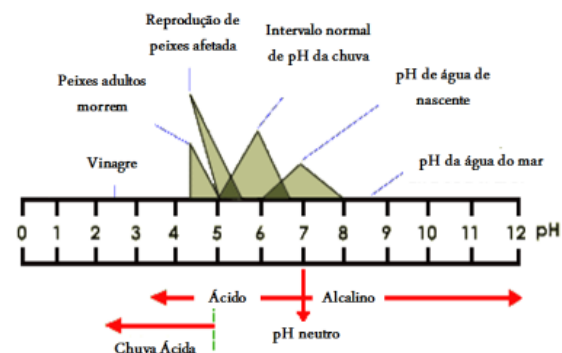


Figura 4- Escala de pH da chuva ácida e limites de tolerância dos seres aquáticos aos diversos pH.

15

Chuva Ácida - Que consequências?

Consequências associadas às chuvas ácidas: Quando as chuvas ácidas atingem a superfície terrestre há uma modificação nas propriedades químicas dos solos e das águas. Tal facto vai provocar **distúrbios ao nível das cadeias alimentares, de plantas e florestas, edifícios e monumentos**.

Outras consequências associadas às chuvas ácidas: destroem as florestas e as culturas nos solos e tornam os lagos e rios tão ácidos que, impossibilitam a vida de seres vivos (plantas e peixes). Nos numerosos lagos da Suécia e Finlândia, nos Andirondacks (Estados Unidos) e no Canadá, as chuvas são tão ácidas que esses lagos têm de ser neutralizados para se fazer o seu repovoamento com peixes. Além disso, a acidez dos lagos e dos rios extrai dos seus sedimentos, no fundo, metais pesados, como o chumbo, o cádmio e o mercúrio, metais estes bastante venenosos, que podem contaminar a água que bebemos e matar os peixes. São também as chuvas ácidas as responsáveis pelo desgaste de mármore e calcários. Existem inúmeros monumentos que evidenciam o desgaste provocado pelas chuvas ácidas.

17

Chuvas Ácidas - Como afetam os ecossistemas aquáticos?



Um ecossistema engloba os organismos que vivem numa determinada área, o meio que ocupam e as interações que se estabelecem. Entre uns e outros estabelecem-se relações de interdependência como, por exemplo, os sapos toleram níveis relativamente elevados de acidez, mas alimentam-se de insectos, como as libélulas, que morrem quando as águas se tornam muito ácidas. Assim, a alimentação dos sapos pode ficar comprometida e estes acabam também por desaparecer.

As **alterações de pH** afetam enormemente a **biodiversidade de um ecossistema aquático**. Quanto mais **ácidos** os lagos e cursos de água, **menor a quantidade e diversidade de peixes e plantas aquáticas** e outros **seres vivos** que habitam nessas águas (ver figura 4).

19

Chuva Ácida – Qual o seu efeito nas construções humanas?



A chuva ácida e a precipitação seca de partículas ácidas contribui para a **corrosão de materiais**, tais como o bronze. Contribui, igualmente, para a **deterioração** de pinturas e **corrosão** de rochas, como o mármore e calcários, conduzindo à destruição, muitas vezes irrecuperável, de património cultural e a elevados gastos económicos com a recuperação dos mesmos, quando possível.

Simultaneamente, também as pinturas dos automóveis são vítimas das chuvas ácidas. Para **prevenir** os danos associados às chuvas ácidas, os fabricantes de automóveis desenvolveram tintas resistentes à acidez das chuvas, mas afirmam que a solução é reduzir as emissões de dióxido de enxofre (SO_2).

21

Chuva Ácida – Qual o seu efeito na saúde humana?



As chuvas ácidas são praticamente em tudo semelhantes às chuvas “limpas” – aparência, toque e sabor.

Os efeitos das chuvas ácidas na saúde dos humanos não são diretos. Caminhar debaixo de chuva ácida não é mais perigoso do que caminhar sob a chuva normal. Contudo, os poluentes responsáveis pelas chuvas ácidas – dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de azoto (NO_x) – têm efeitos negativos para a nossa saúde.

Estes gases, ao regairem com as gotículas da chuva formam ácidos que são transportados pelos ventos para locais muito distantes e diversificados, que serão respirados pelas pessoas. Diversos estudos científicos evidenciaram uma relação entre estes ácidos inalados e o aumento de doenças respiratórias, como a asma e bronquite, e morte prematura, fruto de doenças respiratórias e cardíacas.

22

Chuva Ácida – Como afetam as florestas?



Tem sido percebido pelos cientistas ao longo dos anos que, em muitas florestas, as árvores não crescem como deveriam e as **folhas**, em vez de estarem **verdes e normais**, ficam **castanhas** e acabam por **cair**. Os investigadores acreditam que o principal fator responsável pelos danos causados às plantas e à morte de muitas florestas é a **chuva ácida**. Contudo, os cientistas afirmam que a chuva ácida não é a responsável direta da morte das árvores. O que ocorre geralmente é que a árvore enfraquece e as suas folhas morrem, limitando assim os nutrientes de que precisa ou envenenando o solo com substâncias tóxicas. De acordo com os cientistas, a água acidificada dissolve os nutrientes que estão no solo e arrasta-os rapidamente antes que as plantas os possam utilizar para crescer. A chuva ácida pode causar ainda a liberação de algumas substâncias tóxicas, como o alumínio, no solo, prejudicando sua fertilidade.

As proteções das folhas são destruídas quando em contacto com o ácido existente nas chuvas, acabando estas por ficar danificadas e com manchas castanhas. Para crescerem, as folhas transformam em alimento a luz solar através da fotossíntese. As folhas ao morrerem não podem produzir energia suficiente para que a árvore se mantenha saudável. Uma vez que as árvores estejam enfraquecidas serão mais facilmente atacadas por doenças e insetos.

23

Chuva Ácida – Informação Geral

Os óxidos de azoto e enxofre emitidos pela combustão do carvão, da gasolina e de outros combustíveis fósseis para a atmosfera originam, através de reações químicas com a água, grandes quantidades de ácidos nítrico (HNO_3) e sulfúrico (H_2SO_4). Isto acontece principalmente próximo das grandes cidades e dos grandes complexos industriais, onde os índices de poluição são mais elevados. Contudo, também ocorre em locais distantes dos centros industriais, pois estes ácidos são transportados nas nuvens pelo vento.

A precipitação destas substâncias é denominada **chuva ácida** desde que o valor de **pH** esteja compreendido entre os valores **4,0e 4,5**. Em casos extremos, o pH pode ser inferior a 2,0. Estes valores contrastam com a chuva “normal”, cujo pH está geralmente compreendido entre 5,0e 5,6, em equilíbrio com o dióxido de carbono atmosférico.

Os ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3) são potentes fornecedores de iões hidrogénio que implementam uma acidificação do solo, tornando-o impróprio para a agricultura. As chuvas ácidas são muito prejudiciais aos solos, que se podem tornar improdutivos, e às florestas, pois atacam fundamentalmente as folhas, acabando as árvores por morrer. São um fenómeno altamente nocivo, também, para o património construído, que é muito desgastado, como se pode verificar pelos inúmeros monumentos que a sua ação corroeu.



No sentido de **diminuir a formação de chuvas ácidas**, os países da **União Europeia** comprometeram-se a reduzir as emissões de óxidos de azoto e enxofre pelas suas centrais termoelectricas, bem como a fabricar automóveis equipados com conversores catalíticos, que não permitem a libertação de gases tóxicos.

27

Chuva Ácida. In Infopédia. Porto: Porto Editora, 2003-2013. [2013-02-24] <http://www.infopedia.pt/Schuva-acida>

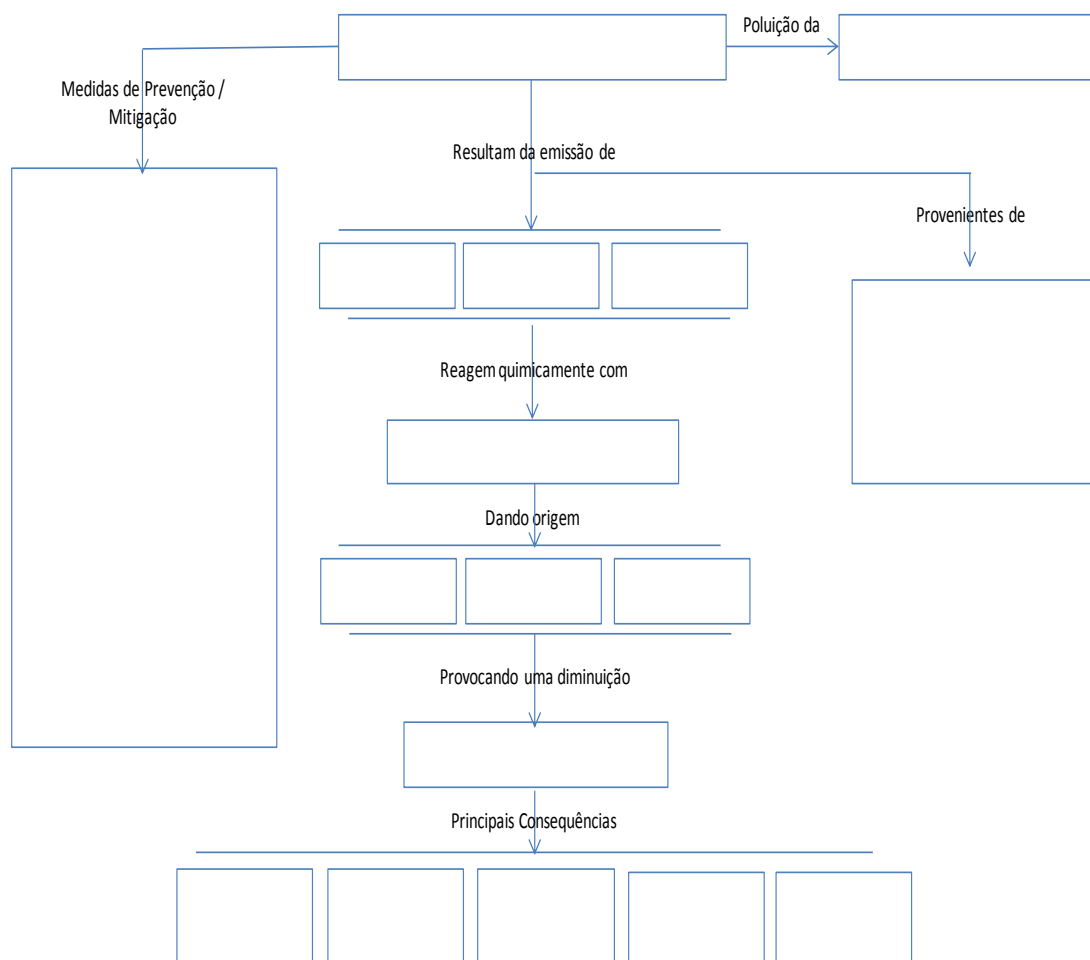
Mapa de conceitos

Síntese dos principais conceitos associados à temática das Chuvas Ácidas

	Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto	
	CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO <i>Atividade de síntese – Chuvas Ácidas</i>	
Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: 04 /03 /2013		

Vamos agora organizar o nosso conhecimento!

Objetivo: Completar o mapa abaixo representado com os principais conceitos associados à problemática ambiental que temos vindo a estudar – as chuvas ácidas.



Grelha de avaliação da **comunicação oral** – Atividade investigação: **Chuvas Ácidas**

Grupo: _____				
	1	2	3	Pontos
Linguagem	Todos os elementos do grupo evidenciam dificuldades de discurso e incorreções gramaticais	Alguns elementos do grupo apresentam dificuldades de discurso e algumas incorreções gramaticais	Todos os elementos do grupo evidenciam um discurso articulado e sem incorreções gramaticais.	___/3
Correção científica	Discurso com muitas incorreções ao nível dos conceitos ou informações	Discurso com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou informações	Discurso com ótimo domínio de conceitos e informações	___/3
Argumentação	Grupo não possui conhecimento acerca do tema, evidenciando incapacidade de justificar as suas respostas.	Alguns elementos do grupo evidenciam fraco conhecimento e não é capaz de justificar com argumentos científicos	Grupo evidencia bom conhecimento do tema e é capaz de justificar com argumentos científicos.	___/3
Clareza e Objetividade	Grupo não preparado para responder às questões na aula. Discurso pouco claro e sem evidenciação dos aspetos fundamentais	Parte do grupo responde às questões colocadas na aula. Discurso claro mas com alguns aspetos supérfluos ou incompletos	Grupo responde às questões. Discurso claro e objetivo e com evidenciação dos aspetos fundamentais	___/3
Total				___/18

Adaptado de Galvão et al.,

(2006)

Observações: _____

Grelha de avaliação da Comunicação Oral – Atividade investigação: Chuvas Ácidas																							
Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4			Grupo 5			Grupo 6			Grupo 7			Grupo 8		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Linguagem	x		x				x			x			x			x				x			
Correção científica	x			x				x			x		x		x					x			
Argumentação	x		x					x		x			x			x			x				
Clareza e Objetividade	x			x				x			x		x		x				x				
Total	8 / 12		6 / 12			11 / 12			10 / 12			8 / 12			6 / 12			10 / 12			- / 18		

Grelha de avaliação do **documento escrito** – Atividade investigação: **Chuvas Ácidas**

Grupo: _____				
	1	2	3	Pontuação
Monitorização e Reformulação após sugestão	Não enviaram material para monitorização	Enviaram material para monitorização, mas não fizeram parte ou totalidade das alterações sugeridas.	Enviaram material para monitorização e fizeram a totalidade das alterações sugeridas.	___/3
Linguagem	Pobre, com muitos erros ortográficos	Suficiente, alguns erros ortográficos	Adequada, com poucos ou sem erros ortográficos	___/3
Tratamento da informação	Grupo não trata informação, copiando diretamente	Grupo trata pouco a informação	Grupo trata a maioria ou toda a informação de forma conveniente	___/3
Correção científica	Texto tem muitas incorreções científicas	Texto tem algumas incorreções científicas.	Texto revela um bom domínio dos conceitos em questão	___/3
Clareza e Objetividade	Texto pouco claro e sem evidenciação dos aspetos fundamentais	Texto claro mas com alguns aspetos supérfluos ou incompletos	Texto claro e objetivo e com evidenciação dos aspetos fundamentais	___/3
Organização e Estética	Apresentação descuidada, sem recurso a gráficos ou imagens e os conteúdos não estão organizados com uma estrutura lógica	Apresentação dos conteúdos cuidada, mas sem recurso a gráficos ou imagens e os conteúdos estão organizados com uma estrutura razoavelmente lógica	Apresentação dos conteúdos de forma original, com recurso a gráficos ou imagens e os conteúdos estão organizados com uma estrutura lógica	___/3
Total				___/18

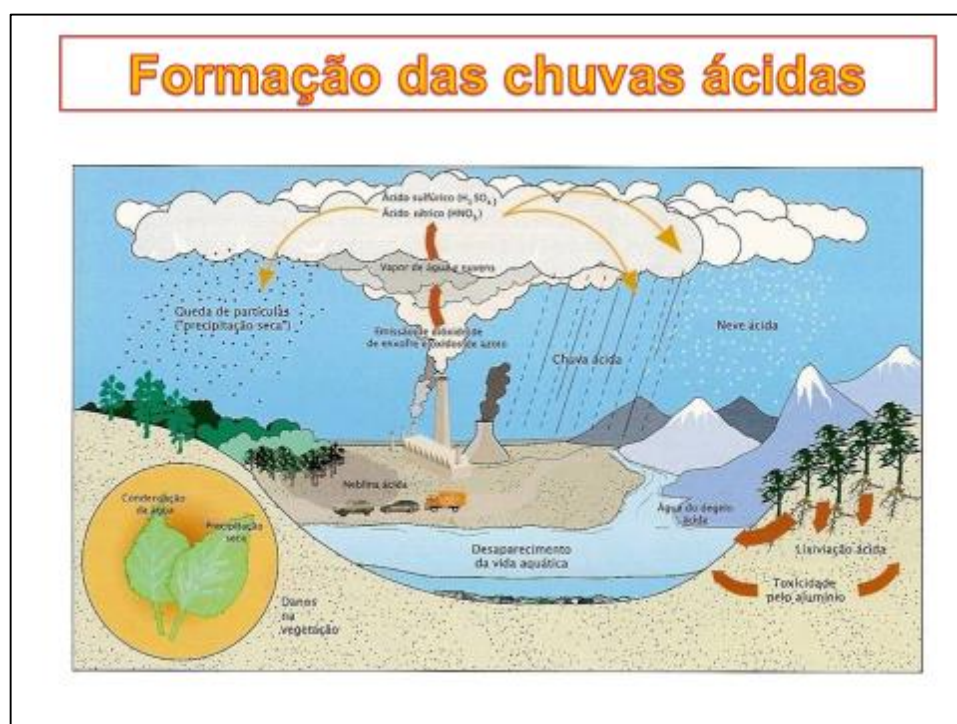
Adaptado de Galvão et al., (2006)

Observações: _____

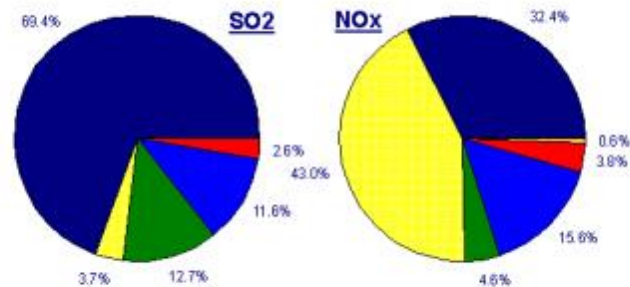
Grelha de avaliação do **documento escrito** – Atividade investigação:

Chuvas Ácidas

	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4			Grupo 5			Grupo 6			Grupo 7			Grupo 8		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Monitorização e Reformulação após sugestão			x	x					x	x				x		x					x			
Linguagem		x			x				x			x			x		x				x			
Tratamento da informação		x		x					x			x			x		x				x			
Correção científica		x			x				x			x			x	x					x			
Clareza e Objetividade		x		x					x			x		x		x					x			
Organização e Estética			x		x				x			x			x		x				x			
Total	14 / 18			9 / 18			18 / 18			16 / 18			16 / 18			9 / 18			18 / 18			- / 18		

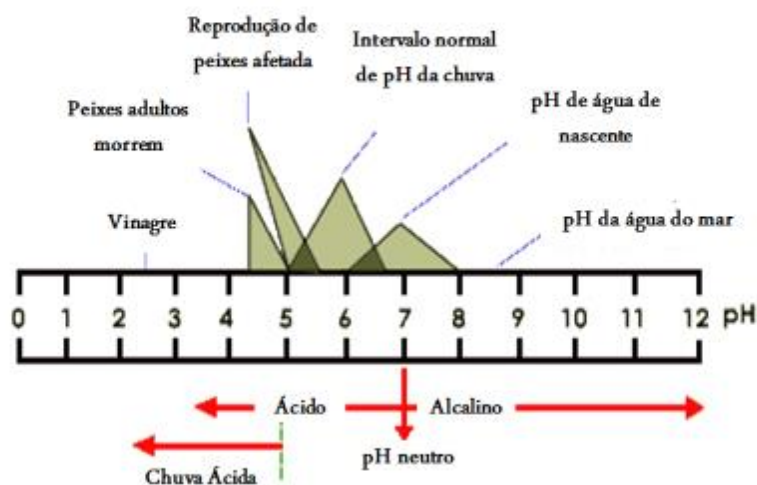


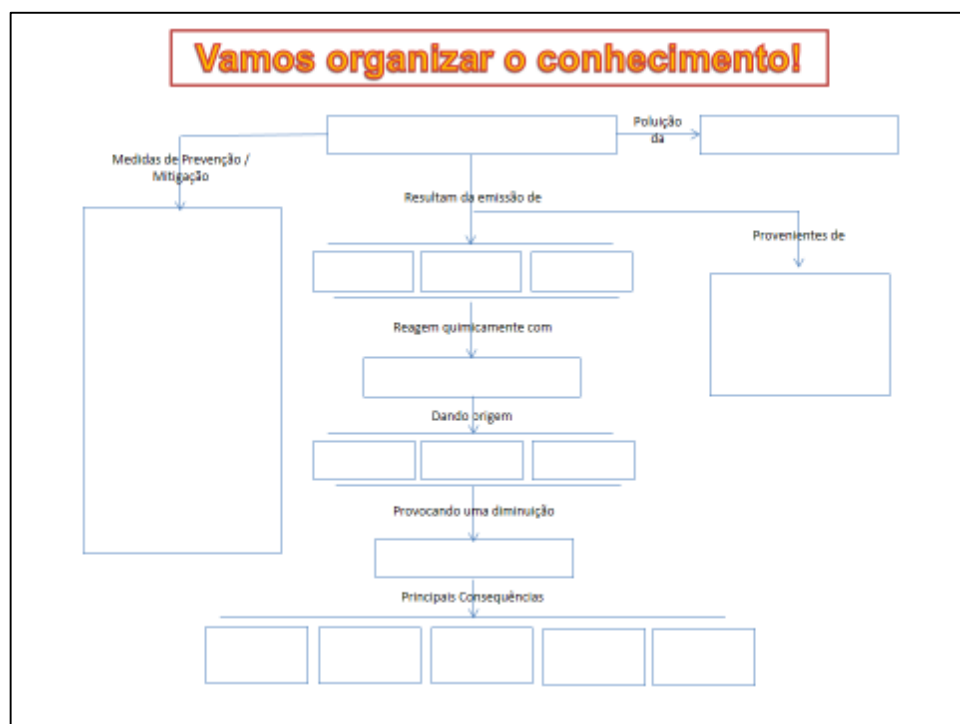
Principais fontes de SO₂ e NO_x nos Estados Unidos da América



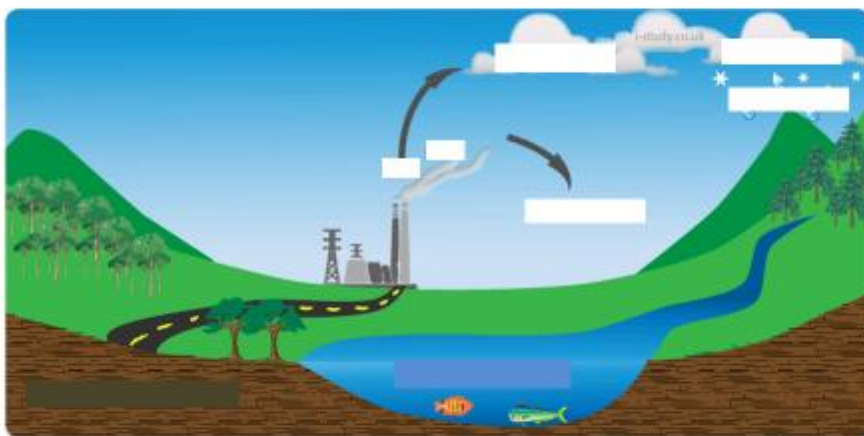
Serviços, Transportes, Indústria processamento, Indús de combustíveis, Outros combustíveis, Outros

Escala de pH





Vamos aplicar o conhecimento!





Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO

Atividade de investigação – Bronzear ou não bronzear?

Lê atentamente o texto seguinte.

Manuela Costa trabalha como modelo em Lisboa e gosta de se manter bronzeada durante todo o ano; afirma que se sente bem bronzeada. Durante os meses mais quentes passa muitas horas na praia, ao sol; durante os meses mais frios bronzeia-se num salão de beleza através de “banhos” de raios ultravioleta.

Vários dermatologistas têm procurado alertar a população contra o perigo dos raios ultravioletas. Afirmam mesmo que o bronzamento em salões de beleza, antes das pessoas irem para a praia, não evita nem previne “escaldões”.

Estudos recentes evidenciaram que a exposição excessiva à radiação ultravioleta aumenta o risco de envelhecimento precoce da pele e de cancro da pele. Os dermatologistas afirmam que o número de mortes por cancro da pele (devidos a exposição prolongada à radiação ultravioleta) duplicou nos últimos trinta anos. No entanto, Manuela Costa não alterou os seus hábitos.

Afirma que não existe perigo se se expuser aos raios ultravioletas com moderação.



Questões para reflexão

- ❖ O que consideras da atitude da modelo Manuela Costa?
- ❖ Devem as pessoas bronzear-se, ou não?
- ❖ Justifica a tua opinião.

Diapositivos de Introdução à Atividade Investigativa – Destruição da Camada de Ozono

Utilizar ou Não a oferta do folheto?



Helius Estética Solário

O nosso centro de estética está equipado com a mais avançada tecnologia. Garantimos a máxima segurança.

Esteja bronzeado (a) todo o ano!

Grátis 2 sessões de 20 minutos, no valor de 60€, mediante a apresentação deste folheto.

Março 2013

No centro **Helius Estética** oferecemos-lhe garantia de máxima segurança:

- ✦ o tempo de exposição nunca ultrapassa os limites de segurança;
- ✦ as nossas lâmpadas emitem apenas radiação **UVA** (a menos prejudicial) e não a radiação **UVB** (a mais perigosa);

Segundo os especialistas, o tipo de radiação utilizada no nosso centro é menos prejudicial do que a radiação solar, que contém uma percentagem elevada de raios UVB.

Venha usufruir de **duas sessões completamente gratuitas** e comprove a qualidade dos nossos serviços!

Visite-nos!

Oferta válida apenas durante o mês de março.

Utilizar ou Não a oferta do folheto?

Argumentos a favor	Argumentos contra
<div>O que decidir?</div>	

11.ª AULA – 6 DE MARÇO DE 2013

Diapositivos de apoio ao desenvolvimento da atividade de discussão sobre a destruição da Camada de Ozono

Utilizar ou Não a oferta do folheto?



No centro **Helius Estética** oferecemos-lhe garantia de máxima segurança:

- ♦ o tempo de exposição nunca ultrapassa os limites de segurança;
- ♦ as nossas lâmpadas emitem apenas radiação **UVA** (a menos prejudicial) e não a radiação **UVB** (a mais perigosa);

Segundo os especialistas, o tipo de radiação utilizada no nosso centro é menos prejudicial do que a radiação solar, que contém uma percentagem elevada de raios UVB.

Venha usufruir de **duas sessões completamente gratuitas** e comprove a qualidade dos nossos serviços!

Visite-nos!

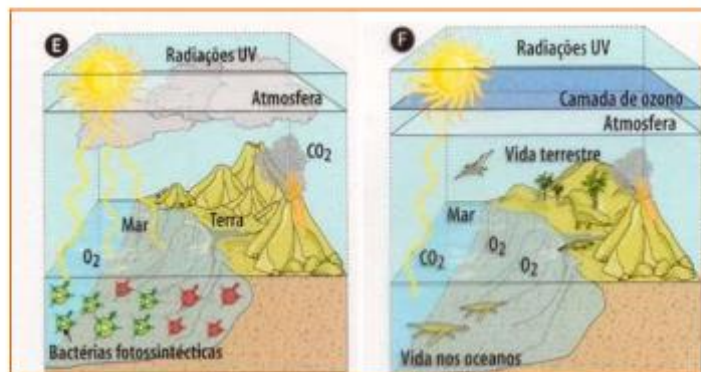
Oferta válida apenas durante o mês de março.

Utilizar ou Não a oferta do folheto?

Argumentos a favor	Argumentos contra
<div>O que decidir?</div>	

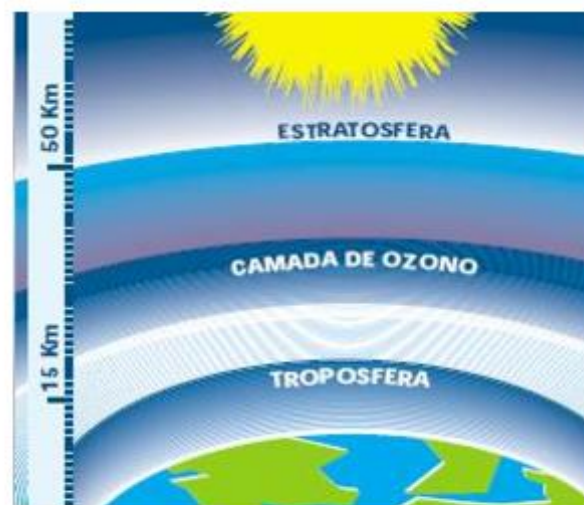
Recordar...

Ozono – O₃

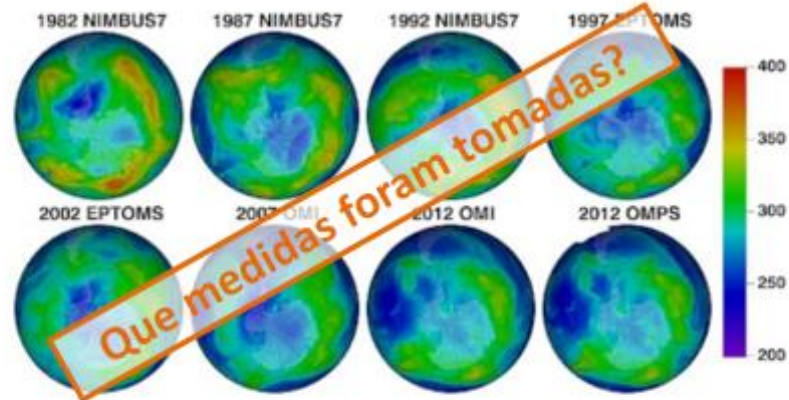


Se os UV's provocam alteração ao nível do DNA, originando cancro, então constituem um perigo não apenas para os seres humanos, mas para todos os seres vivos.

Esquema representativo das várias camadas da atmosfera



Cientistas afirmam: "Deterioração da camada de ozono diminuiu em 2012"



Mas, afinal, o ozono é protetor ou poluente?



Níveis de poluição do ar por ozono sobem e atingem cinco concelhos em redor do porto

USA - 26/06/2011 - 16:21



A CCDOR detectou sábado outra ultrapassagem da linha de informação de concentração de ozono FOTO: PEDRO CORREIA/ARQUIVO

Os níveis de **poluição do ar por ozono** detetados este domingo no Porto subiram entre as 14h00 e as 15h00, anunciou a Proteção Civil. Naquele período foram registados valores de ozono acima dos 180 microgramas por metro cúbico.

"Durante o período, as **pessoas mais sensíveis (asmáticos, idosos e crianças)** devem evitar inalar uma grande quantidade de ar poluído, especialmente durante o período mais quente", recomenda Paula Pinto, diretora da qualidade do ar da Proteção Civil.

12.^a AULA – 11 DE MARÇO DE 2013



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO

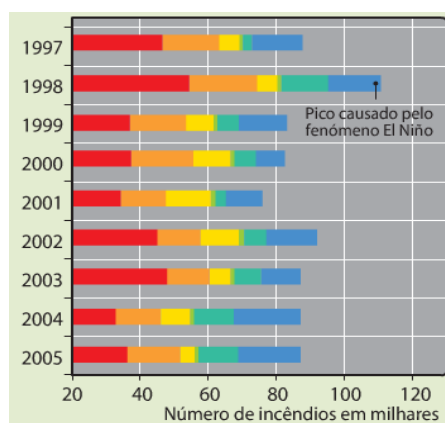
Ficha de avaliação – Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas

Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: __/__/__

Classificação: _____ Professora: _____ Enc. Educação: _____

Grupo I

1. Observa atentamente o seguinte gráfico referente à evolução do número de incêndios no planeta de 1997 a 2005.



Retirado de Science et Vie, Agosto de 2006

1.1. Em que ano ocorreu o **maior número de incêndios** no planeta? (3 p)

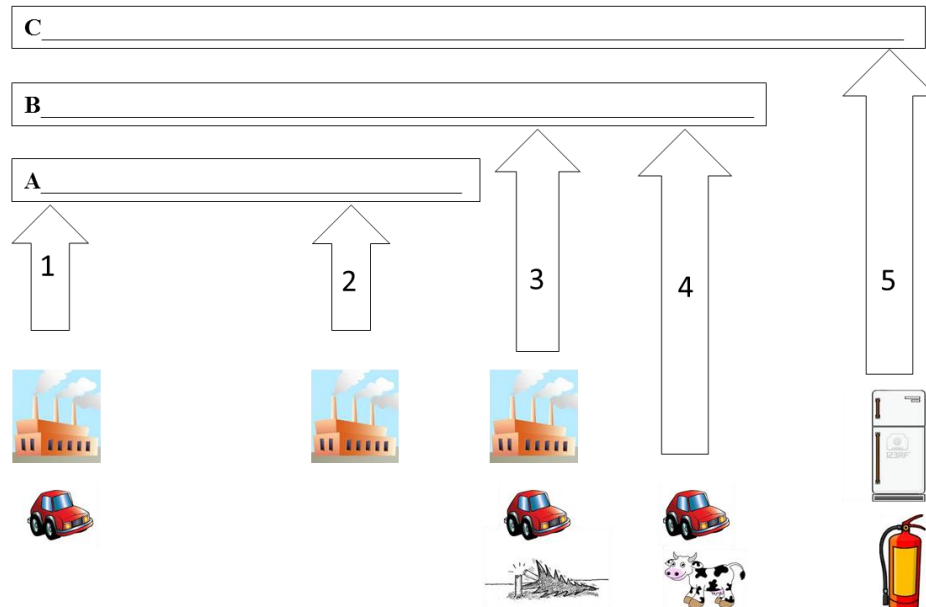
1.2. Como classificas esta catástrofe quanto à sua **origem**? (4 p)

1.3. Das opções seguintes, seleciona **quatro possíveis causas** para os incêndios registados:(4p)

Trovoadas _____	Aumento da acidez da chuva _____	Utilização de aerossóis _____
Descida da linha de costa _____	Fogos criminosos _____	Erosão dos solos _____
Acidente _____	Utilização de catalisadores _____	Desflorestação para agricultura _____

Grupo II

2. O diagrama abaixo representado relaciona-se com as diversas forma de perturbação no equilíbrio da atmosfera, que temos vindo a estudar.



2.1. Faz corresponder a **cada letra da figura**, o **problema ambiental** que decorre das ações identificadas pelas imagens. (6 p)

A - _____

B - _____

C - _____

2.2. Faz corresponder a **cada número** o **gás responsável** pela respetiva problemática ambiental. (5 p)

1 - _____ 4 - _____

2 - _____ 5 - _____

3 - _____

2.3. Refere **duas medidas** que **contribuem para a prevenção ou mitigação** do problema ambiental representado pela **letra C**. (4 p)

2.4. Das opções seguintes, selecciona a(s) que é (são) **consequência(s) do fenómeno assinalado por A.** (4 p)

- ___ Acidificação das águas e dos solos. ___ Degelo das calotes polares e glaciares.
___ Aumento da temperatura média do planeta. ___ Corrosão de monumentos e edifícios.
___ Maior incidência de cancro de pele e cataratas. ___ Diminuição do nível de cálcio do solo.

Grupo III

3.1. Selecciona a opção que completa corretamente a afirmação seguinte: (4 p)

«A subida de 7 cm do nível do mar, durante os últimos vinte anos, é atribuída pelos cientistas a um fenómeno de ...».

- ___ Aumento da incidência da radiação ultravioleta na terra.
___ Aumento da concentração dos gases de efeito de estufa.
___ A diminuição do pH da água do oceano, pela formação de ácidos.
___ Diminuição da concentração dos gases de efeito de estufa.

3.2. Selecciona **três possíveis consequências** que a **subida do nível do mar** terá nos ecossistemas terrestres. (6 p)

Migração maciça para o interior dos continentes ___	Destruição provocada por sismos ___	Imersão de zonas costeiras ___
Morte de zooplâncton marinho ___	Destruição de ecossistemas costeiros ___	Aumento do número de incêndios ___

3.3. A **subida do nível do mar**, segundo muitos cientistas, parece ser uma consequência do **aquecimento global**. Que **relação poderá existir** entre estes dois fenómenos? (6 p)

3.4. Selecciona as opções que completam a seguinte frase: (8 p)

«Enquanto cidadãos podemos promover a diminuição da emissão dos gases com efeito de estufa, adotando os seguintes comportamentos:...»

Utilizar lâmpadas de elevado consumo. ____	Utilizar de preferência as energias alternativas. ____	Promover a plantação de árvores. ____
Reduzir o aquecimento das casas no Inverno. ____	Utilizar protetor solar e óculos de sol. ____	Não utilizar transportes públicos. ____
Tomar banho de imersão em vez de duche. ____	Promover a desflorestação das matas e florestas. ____	Preferir andar a pé ou de bicicleta se possível. ____

Grupo IV

4. A Carlota é uma aluna do 8º ano e no outro dia leu a seguinte notícia no jornal:

Os cientistas têm percebido, ao longo dos anos, que em muitas florestas as árvores não crescem como deveriam e as folhas, em vez de estarem verdes e normais, ficam castanhas e acabam por cair. Os cientistas acreditam que o principal fator responsável pelos danos causados às plantas e a morte de muitas florestas é a acidificação das águas da chuva.

Adaptado de poluição.net, 07/03/2012

Ajuda a Carlota a compreender a notícia do jornal, respondendo às seguintes questões:

4.1. Que **problemática ambiental** é veiculada na notícia de jornal? (3 p)

4.2. O que **observaram os cientistas**? (3 p)

4.3.1. Imagina agora que a Carlota queria comprovar o **efeito de um ácido nas plantas. Como deveria proceder?** (4 p)

4.3.2. De que **material** necessitaria? (3 p)

4.3.3. O que **precisaria de manter inalterado**, de forma a garantir que os resultados obtidos se deveriam ao ácido? (3 p)

4.3.4. Que **resultados prevês que a Carlota obteria?** (5 p)

4.4. Como **explicas que as chuvas se tornem ácidas?** (Refere o processo de formação, os agentes químicos intervenientes e as atividades humanas responsáveis pela emissão desses agentes) (5 p)

Grupo V

5. Um grupo de cientistas portugueses realizou a seguinte experiência: foram colocados ovos de rãs e de salamandra, em igual quantidade, em 48 caixas repartidas por três lotes, num lago da Serra da Estrela, onde vivem as espécies a que pertencem os ovos.

O quadro abaixo representado evidencia as condições de cada lote, bem como os resultados obtidos.

Lotes	Condições	Indivíduos nascidos
1	Caixas com tampa transparente, mas que impede a passagem dos raios ultravioleta.	55% de salamandras; 80% de rãs.
2	Caixa sem tampa.	10% de salamandras; 60 % de rãs.
3	Caixa com tampa e que deixa passar os raios ultravioleta.	

5.1. A que **problema** pretenderam os cientistas dar resposta? (4 p)

5.2. Selecciona a opção que completa corretamente a seguinte afirmação: (4 p)

As caixas com as salamandras e as rãs foram colocadas na água dos lagos ...

___ ... para evitar que as caixas aquecessem em excesso, com as radiações ultravioleta.

___ ... para proteger as caixas dos ventos e chuvas fortes que se sentem na região.

___ ... porque são as condições em que vivem habitualmente os animais considerados.

5.3. Como poderão os cientistas **explicar a diferença de resultados entre os lotes 1 e 2?** (4 p)

54. Refere a **razão da existência do lote 3** nesta experiência. (4 p)

5.5. Relaciona os resultados desta experiência com a importância da **camada de ozono** na vida de inúmeras espécies. (6 p)

13.^a AULA – 12 DE MARÇO DE 2013

Grelha de avaliação da **comunicação oral** – Atividade investigação: **Aquecimento**

Global

Aluno: _____				
	1	2	3	Pontuação
Linguagem	Evidentes dificuldades de discurso e incorreções gramaticais	Algumas dificuldades de discurso e algumas incorreções gramaticais	Discurso articulado e sem incorreções gramaticais.	___/3
Correção científica	Discurso com muitas incorreções ao nível dos conceitos ou informações	Discurso com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou informações	Discurso com ótimo domínio de conceitos e informações	___/3
Argumentação	Não possui conhecimento acerca do tema, evidenciando incapacidade de justificar as suas respostas.	Evidencia fraco conhecimento e não é capaz de justificar com argumentos científicos	Evidencia bom conhecimento do tema e é capaz de justificar com argumentos científicos.	___/3
Clareza e Objetividade	Aluno não preparado para responder às questões na aula. Discurso pouco claro e sem evidenciação dos aspetos fundamentais	Aluno responde às questões colocadas na aula. Discurso claro mas com alguns aspetos supérfluos ou incompletos	Aluno responde às questões. Discurso claro e objetivo e com evidenciação dos aspetos fundamentais	___/3
Total				___/18

Adaptado de Galvão et al., (2006)

Observações: _____

Grelha de avaliação da **comunicação oral 2** – Atividade investigação: **Aquecimento**
Global

	Alunos que se evidenciaram pela positiva	Alunos que se evidenciaram pela negativa
Linguagem		
Correção científica		
Argumentação		
Clareza e Objetividade		

Adaptado de Martins et al., (2007)

Observações: _____

Grelha de avaliação do **documento escrito** – Atividade investigação: **Aquecimento Global**

	Grupo: _____			
	1	2	3	Pontuação
Monitorização e Reformulação após sugestão	Não enviaram material para monitorização	Enviaram material para monitorização, mas não fizeram parte ou totalidade das alterações sugeridas.	Enviaram material para monitorização e fizeram a totalidade das alterações sugeridas.	___/3
Linguagem	Pobre, com muitos erros ortográficos	Suficiente, alguns erros ortográficos	Adequada, com poucos ou sem erros ortográficos	___/3
Tratamento da informação	Grupo não trata informação, copiando diretamente	Grupo trata pouco a informação	Grupo trata a maioria ou toda a informação de forma conveniente	___/3
Correção científica	Texto tem muitas incorreções científicas	Texto tem algumas incorreções científicas.	Texto revela um bom domínio dos conceitos em questão	___/3
Clareza e Objetividade	Texto pouco claro e sem evidenciação dos aspetos fundamentais	Texto claro mas com alguns aspetos supérfluos ou incompletos	Texto claro e objetivo e com evidenciação dos aspetos fundamentais	___/3
Organização e Estética	Apresentação descuidada, sem recurso a gráficos ou imagens e os conteúdos não estão organizados com uma estrutura lógica	Apresentação dos conteúdos cuidada, mas sem recurso a gráficos ou imagens e os conteúdos estão organizados com uma estrutura razoavelmente lógica	Apresentação dos conteúdos de forma original, com recurso a gráficos ou imagens e os conteúdos estão organizados com uma estrutura lógica	___/3
Total				___/18

Adaptado de Galvão et al., (2006)

Observações: _____

	Grelha de avaliação do documento escrito – Atividade investigação:																							
	Aquecimento Global																							
	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4			Grupo 5			Grupo 6			Grupo 7			Grupo 8		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Monitorização e Reformulação após sugestão																								
Linguagem																								
Tratamento da informação																								
Correção científica																								
Clareza e Objetividade																								
Organização e Estética																								
Total	___/18			___/18			___/18			___/18			___/18			___/18			___/18			___/18		

14.^a AULA – 13 DE MARÇO DE 2013

Questionário de Opinião relativo ao trabalho investigativo sobre as Chuvas Ácidas



Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto

CIÊNCIAS NATURAIS – 8º ANO

Questionário de opinião – Atividade investigativa “Chuvas Ácidas”

Nome: _____ Turma: A Nº: ____ Data: __/03/2013

1 – Gostaste de realizar uma atividade investigativa relacionada com as Chuvas Ácidas? Sim ____ Não ____

Porquê? _____

2 – O que consideras que correu bem? Porquê?

3 – O que consideras que correu menos bem? Porquê?

4 – O que sentes que aprendeste com este trabalho investigativo?

Porquê?

5 – Selecciona a opção que é referente à fase do trabalho investigativo em que sentiste maior dificuldade.

Identificação da questão de investigação através do texto? ____	Na análise e seleção de informação? ____	Na previsão de um cenário relacionado com a problemática? ____
Na identificação dos agentes responsáveis pela formação das chuvas ácidas? ____	Na compreensão do processo de formação das chuvas ácidas? ____	Na identificação de medidas de prevenção e mitigação ____
Na identificação de atividades humanas responsáveis pela problemática? ____	Na definição de novas questões de investigação? ____	Na elaboração de um cartaz científico? ____
No trabalho de grupo? ____	Na comunicação da investigação aos colegas? ____	Outro? _____


Porquê? _____

6 – O que consideras que poderias ter feito melhor?

7 – O que consideras que a Professora deveria ter feito diferente?

Obrigada Jovem Investigador!

Questionário de Opinião relativo ao trabalho investigativo do Aquecimento Global

	Escola Secundária/3 Padre Alberto Neto
	CIÊNCIAS NATURAIS – 8ºANO
	<i>Questionário de opinião – Atividade investigativa “Aquecimento Global”</i>
Nome: _____ Turma: A Nº: __ Data: __ /03 /2013	

1 – Gostaste de realizar uma atividade investigativa relacionada com o Aquecimento Global? Sim ____ Não ____

Porquê? _____

2 – O que consideras que correu bem? Porquê?

3 – O que consideras que correu menos bem? Porquê?

4 – O que sentes que aprendeste com este trabalho investigativo?

Porquê?

5 – Selecciona a opção que é referente à fase do trabalho em que sentiste maior dificuldade.

Formulação da questão de investigação? ____	Identificação das variáveis a manter e a alterar? ____	Construção do procedimento experimental? ____
Execução do Procedimento? ____	No registo dos resultados e análise dos resultados? ____	Na formulação de conclusões a partir dos resultados obtidos? ____
Na definição de novas questões de investigação? ____	Na pesquisa e seleção de informação? ____	Na elaboração de um poster científico? ____
No trabalho de grupo? ____	Na comunicação da investigação aos colegas? ____	Outro? _____

Porquê? _____

6 – O que consideras que poderias ter feito melhor?

7 – O que consideras que a Professora deveria ter feito diferente?

Obrigada Jovem Investigador!